NOVA ELETRONICA

Nº 26 — ABRIL / 1979 — Cr$ 30,00

Reedição: 1ª lição do Curso de Áudio

Novo curso: o 8080 para principiantes

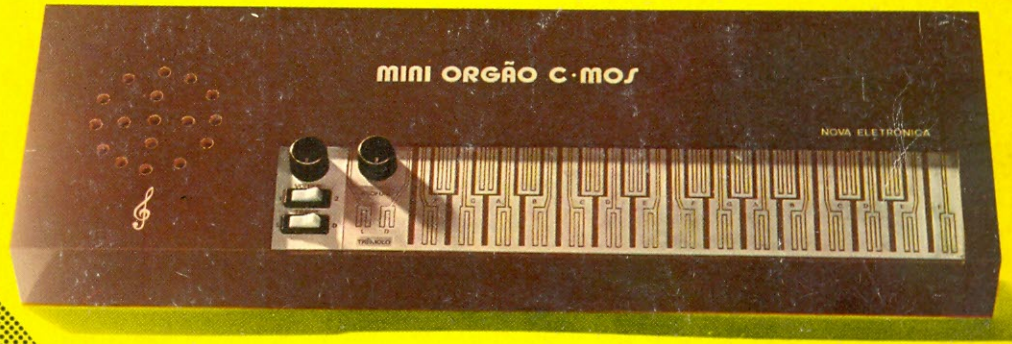
O que são os "cata-sóis"?

A fisiologia da audição

Os vidicons piroelétricos

Supressor de zeros para instrumentos digitais

MULTÍMETRO DIGITAL MD 3½ L



MINI ÓRGÃO C-MOS

A mecânica ajuda a conhecer a eletrônica

Curso rápido de transformadores — 2ª lição

Curso de semicondutores — 17ª lição

Prática nas técnicas digitais — 4ª lição

SOM EM ALTA-FIDELIDADE "NOVIK"

"9 PROJETOS GRÁTIS" PARA VOCÊ MONTAR SUA CAIXA ACÚSTICA, IGUAL AS MELHORES IMPORTADAS

MONTE SUA PRÓPRIA CAIXA ACÚSTICA PARA VOCÊ CURTIR OU DANÇAR

Projetos de 5" até 15" e de 10 W até 90 W de potência, usando sistemas de alto-falantes de Alta-Fidelidade "NOVIK", com som igual ao das melhores importadas.

INSTALE O MELHOR SOM EM SEU AUTOMÓVEL COM ALTO-FALANTES "NOVIK"

De 10 W até 50 W de potência.
Coaxiais: PES-C e FPS-C.
Woofers: PES e FPS-A.
Tweeters: NT2-S - SA e SB.
Alto rendimento: FMS
Para portas da frente: 5 FME e 6 FPE

AGORA VOCÊ JÁ PODE MONTAR SUA CAIXA DE SOM PARA INSTRUMENTOS MUSICAIS

Projetos até 200 W de potência, usando os alto-falantes "Pesadões-NOVIK", especiais para Guitarra, Contra-baixo, Órgão e Voz.

A "NOVIK" que, pela sua produção, quantidade e qualidade de fregueses nacionais e internacionais se constitue numa das maiores fábricas de alto-falantes de alta-fidelidade do mundo, **lhe oferece, GRATUITAMENTE, valiosíssimos projetos de caixas acústicas.**

Projetos estes de valor real incalculável, se analisarmos quanto custou o enorme trabalho de pesquisa, desenvolvimento e testes de laboratório, realizado por Engenheiros e Técnicos de Som altamente especializados para se conseguir sonofletores que representam o que de melhor existe hoje em reprodução sonora.

São os mesmos projetos usados pela maioria dos melhores fabricantes nacionais e, também, exportados para 14 países dos 5 continentes.

PEDIDOS PARA:
Cx. Postal: 7483- S. Paulo - SP.

NOVA ELETRONICA

SUMÁRIO

Kits

12 Multímetro digital MD 3½ L — conclusão

2 Órgão eletrônico NE

Seção do principiante

22 Curso Rápido de Transformadores — 2ª lição

Teoria geral

37 Não está nos livros!

38 Novidades Industriais

32 Conversa com o leitor

35 Livros em revista

28 A tabela do mês

42 Os cata-sóis

Prática

63 A versátil rede duplo T

59 Um simples supressor de zeros para freqüencímetros digitais

Áudio

46 A fisiologia da audição humana

Seção PY/PX

65 A mecânica ajuda a conhecer a eletrônica

Engenharia

78 Prancheta do projetista

70 Os vidicons piroelétricos

Suplemento BYTE

87 O 8080 para principiantes — introdução

80 A hora e a vez dos computadores pessoais

Cursos

52 Curso de áudio (reedição da 1ª lição)

93 Prática nas técnicas digitais — 4ª lição

118 Curso de semicondutores — 17ª lição

Todos os direitos reservados; proibe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores, sendo apenas permitido para aplicações didáticas ou diletantes. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho deficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório próprio antes de suas publicações. NÚMEROS ATRASADOS: preço da última edição à venda, por intermédio de seu jornaleiro, no Distribuidor ABRIL de sua cidade. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. ASSINATURAS: não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em S. Paulo, mais o frete registrado de superfície ou aéreo, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda.

EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL
LEONARDO BELLONZI

CONSULTORIA TÉCNICA
Geraldo Coen
Joseph E. Blumenfeld
Juliano Barsali
Leonardo Bellonzi

REDAÇÃO
Juliano Barsali
José Roberto da S. Caetano
Lígia Baeder Davino

ARTE
Eduardo Manzini
Miguel Angrisani
Roseli Maeve Faiani
Silvia Safarian

CORRESPONDENTES:

NEW YORK
Guido Forgnoni

MILÃO
Mário Magrone

COMPOSIÇÃO
J.G. Propaganda Ltda.

IMPRESSÃO
Cia. Lithographica Ypiranga

DISTRIBUIÇÃO
Abril S.A. Cultural e Industrial

NOVA ELETRÔNICA é uma publicação de propriedade da **EDITELE** — Editora Técnica Eletrônica Ltda. Redação, Administração e Publicidade: Rua Geórgia, 1.051 — Brooklin — SP.

TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA À NOVA ELETRÔNICA — CAIXA POSTAL 30.141 — 01000 S. PAULO-SP

REGISTRO Nº 9.949-77 — P-153

MINI-ORGÃO C-MOS

KITS

Um pequeno órgão digno de um grande concerto.

Sem sombra de dúvida o órgão eletrônico é o mais difundido instrumento eletrônico de sintetização musical. No entanto, o que se pode encontrar no mercado são equipamentos importados, sofisticados e caríssimos, ou então instrumentos mais baratos, de recursos escassos e que realmente deixam muito a desejar. Fica aberta, portanto, uma lacuna, que preencheremos com este novo lançamento da NOVA ELETRÔNICA. Num circuito simples, contido em apenas uma placa, apresentamos um órgão eletrônico monofônico com duas oitavas completas — incluindo sustenido —, dois timbres, trêmolo controlável, amplificador próprio, e uma outra vantagem excepcional: um "teclado" acionado pelo contato do dedo sobre o mesmo, ou seja, pelo toque.

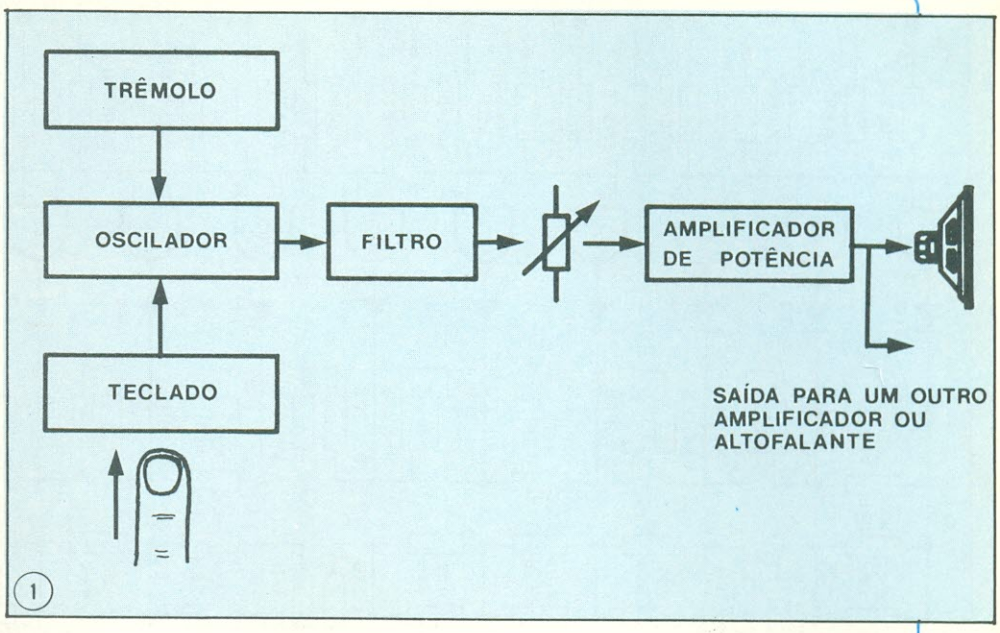
O aparecimento dos órgãos e mini-órgãos eletrônicos veio suprir a necessidade de um instrumento para a iniciação e aprendizagem musical, tanto de crianças como também de adultos, cujo interesse despertado pelo piano esbarrava no preço e complexidade deste instrumento. Partindo dos "pianinhos" e pequenos órgãos a ar, que tornaram mais acessível o contato inicial com a música, surgiram, com o avanço tecnológico, os aparelhos eletrônicos que simulam o som do piano e outros instrumentos musicais. Mas, geralmente, um instrumento deste tipo, com operação polifônica — que pode gerar diferentes notas ou sons ao mesmo tempo — , ainda é bastante caro. Assim, de forma a diminuir o custo apareceram os órgãos eletrônicos monofônicos (sintetizam uma nota a cada vez), com uma simulação musical superior à dos mini-órgãos de fole e um preço inferior ao dos equipamentos maiores.

O órgão que passamos a oferecer é uma versão aperfeiçoada dos instrumentos monofônicos, pois oferece duas oitavas completas, acrescidas de sustenido, trêmolo e duas opções de timbre, tudo sob o controle do toque digital nos contatos incluídos na placa. Na mesma está contido ainda todo o circuito do orgão, do amplificador e o altofalante. A montagem do **kit**, desse modo, se resumirá na simples colocação e soldagem dos componentes sobre a placa, o que quer dizer: é acessível mesmo aos leigos ou recém iniciados na Eletrônica.

Funcionamento

A descrição do funcionamento do órgão pode ser subdividida em cinco partes diferentes, as quais para maior esclarecimento estão representadas na figura 1.

Como se vê na figura 1, o teclado é operado através do contato da resistência da pele do dedo, onde cada tecla possui uma porta NE (do tipo CMOS) ligando suas entradas ao VCC através de um resistor de 4,7 M, tal como se vê na figura 2. Quando se encosta o dedo no teclado o circuito fecha-se através de um resistor de 100 k (figura 2) e o terra, o que causa um nível alto na saída da porta, permitindo, através de um diodo, ligar um determinado valor resistivo (dependendo da tecla acionada) entre os pinos 2-6 de CI1O e a alimentação. Isto causará o fornecimento de uma constante de tempo ao circuito, obtendo-se,



em consequência, uma determinada nota musical. O circuito oscilador é baseado em um temporizador 555, onde o capacitor C1 carrega-se através da rede resistiva formada ao se acionar qualquer das teclas, em série com o resistor R113 e R97. No instante em que a tensão nos pinos 2-6 atinge um valor pouco maior que a tensão no pino 5, o capacitor é rapidamente descarregado através de R97 e do pino 7 do 555. Quando a tensão no capacitor C1 alcança aproximadamente a metade do valor da tensão no pino 5, o capacitor carrega-se novamente repetindo-se o ciclo e obtendo-se uma forma de onda dente de serra nos terminais de C1. Esta forma de onda possui um grande número de harmônicas e devido ao fato de ser gerada num ponto de alta impedância tornou-se necessário utilizar um **buffer** de ganho unitário (CI8), para depois amplificar o sinal da etapa de potência. Uma segunda saída apresenta um pulso rápido e pode ser obtida pelo pino 3 do 555, sendo este sinal usado para gerar um segundo timbre para o instrumento.

Continuando, temos um filtro, basicamente um RC, que possibilita ouvir-se um som semelhante ao de uma flauta doce — quando se tem na saída uma dente de serra — e um som estridente, quando a chave SW2 é comutada para obtenção do máximo desempenho com um mínimo de distorção, pela utilização do trem de pulsos rápidos que vem diretamente da saída do 555. O controle de volume é efetuado pelo potenciômetro P1.

O circuito do trêmolo é formado por um oscilador de baixa frequência (CI11) operando em aproximadamente 8 Hz. Este circuito pode ser acionado ou desligado por meio de um flip-flop formado pelas portas de CI7 . Tal flip-flop é operado pelo toque para a posição "ligado" ou para "desligado", através de "teclas", as quais possuem um funcionamento similar àquelas das notas musicais.

A saída do oscilador do trêmolo é filtrada e atenuada por C12 e R109, de forma a obter uma forma de onda estável que será ligada ao **buffer** (CI12). O ganho de CI12 é ajustado pelo potenciômetro P2, o que ao mesmo tempo permite ajustar a profundidade da modulação do trêmolo. O trimpot (TRIM1) entrega a saída de CI12 a tensão de referência que vai ao pino 5 de CI10 e, desta forma, controla a frequência do órgão.

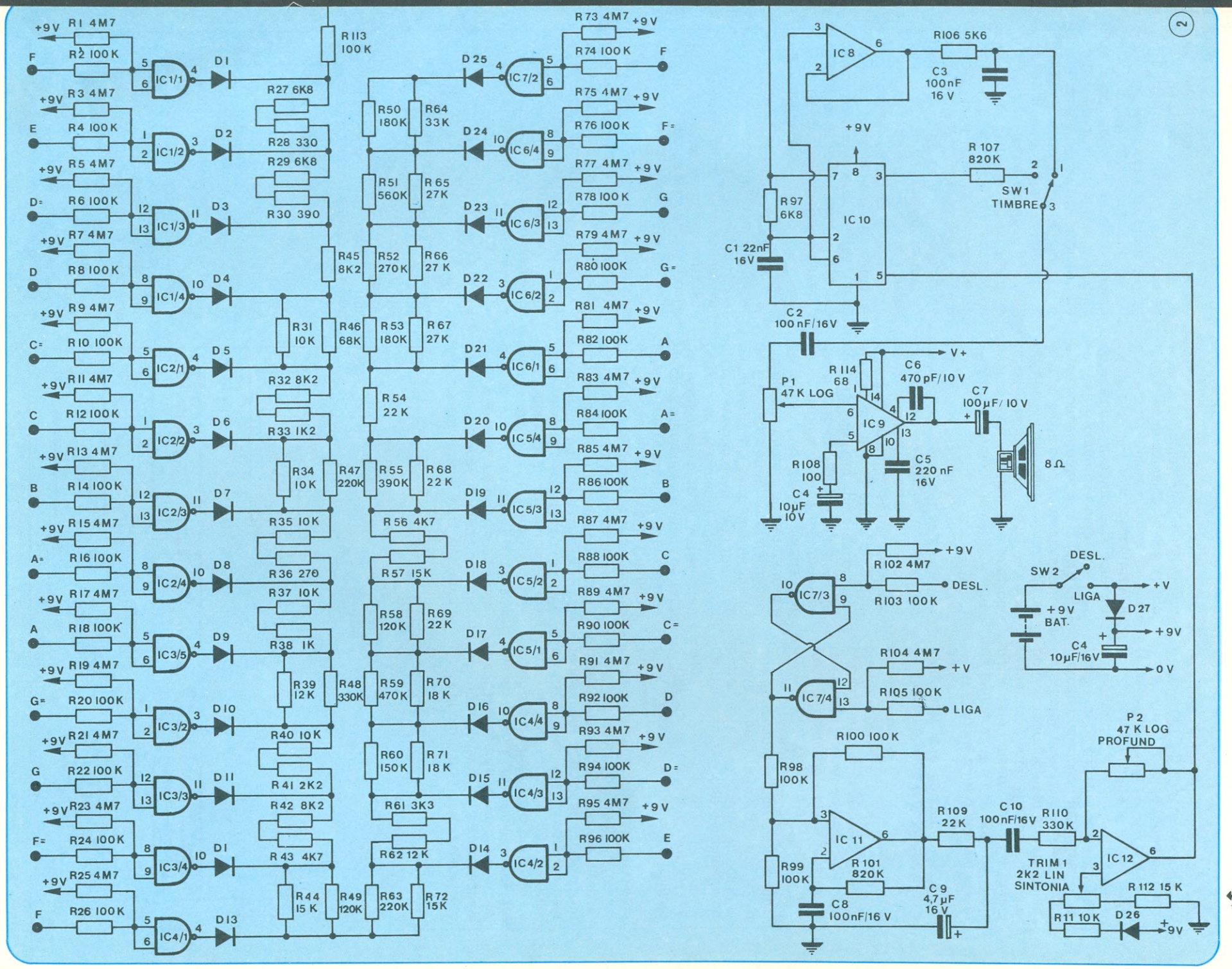
Montagem

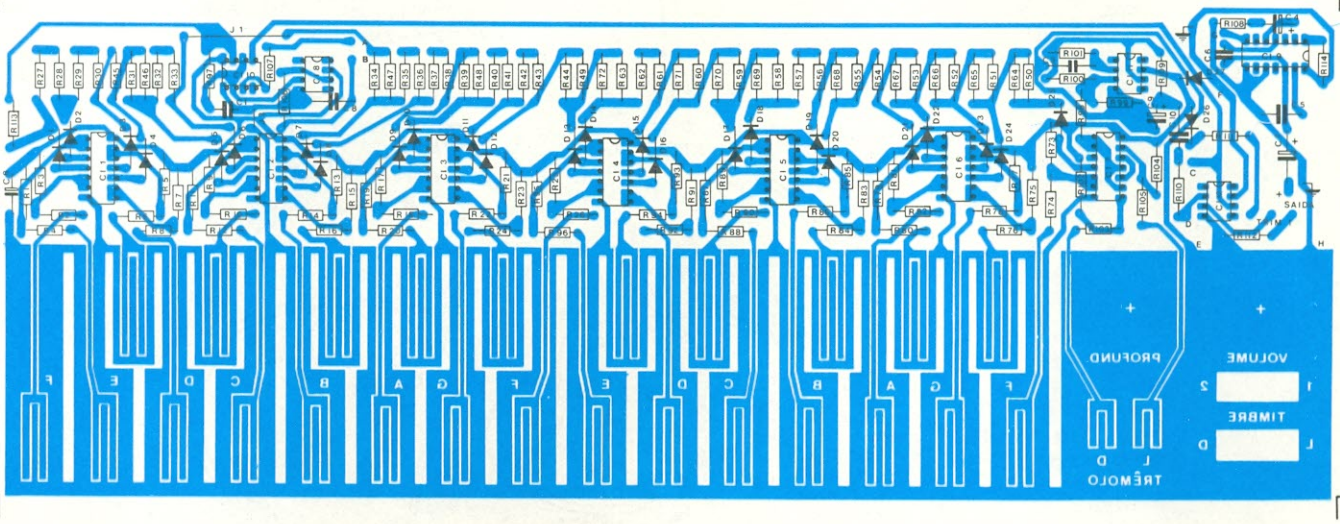
Para efetuar a montagem, siga a sequência que enumeramos a seguir:

1) Prepare o fio rígido para fazer os **jumpers** (J1 e J2), cortando dois pedaços do mesmo, de 32 e 15 mm respectivamente. Descasque ambos os extremos em 5 mm, monte-os e solde-os na placa, na posição indicada para cada um deles. O desenho da placa, em escala 1:2, está na figura 3.

2) Monte e solde todos os resistores (R1 a R114)

3) Monte e solde todos os capacitores, (C1 a C9), com exceção de C2, que será utilizado posterior-


R1 4M7
R2 100K
R3 4M7
R4 100K
R5 4M7
R6 100K
R7 4M7
R8 100K
R9 4M7
R10 100K
R11 4M7
R12 100K
R13 4M7
R14 100K
R15 4M7
R16 100K
R17 4M7
R18 100K
R19 4M7
R20 100K
R21 4M7
R22 100K
R23 4M7
R24 100K
R25 4M7
R26 100K
IC1/1
IC1/2
IC1/3
IC1/4
IC2/1
IC2/2
IC2/3
IC2/4
IC3/5
IC3/2
IC3/3
IC3/4
IC4/1
D1
D2
D3
D4
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D1
D13
R113 100K
R27 6K8
R28 330
R29 6K8
R30 390
R31 10K
R32 8K2
R33 1K2
R34 10K
R35 10K
R36 270
R37 10K
R38 1K
R39 12K
R40 10K
R41 2K2
R42 8K2
R43 4K7
R44 15K
R45 8K2
R46 68K
R47 220K
R48 330K
R49 120K
R50 180K
R51 560K
R52 270K
R53 180K
R54 22K
R55 390K
R56 4K7
R57 15K
R58 120K
R59 470K
R60 150K
R61 3K3
R62 12K
R63 220K
R64 33K
R65 27K
R66 27K
R67 27K
R68 22K
R69 22K
R70 18K
R71 18K
R72 15K
D25
D24
D23
D22
D21
D20
D19
D18
D17
D16
D15
D14
IC7/2
IC6/4
IC6/3
IC6/2
IC6/1
IC5/4
IC5/3
IC5/2
IC5/1
IC4/4
IC4/3
IC4/2
R73 4M7
R74 100K
R75 4M7
R76 100K
R77 4M7
R78 100K
R79 4M7
R80 100K
R81 4M7
R82 100K
R83 4M7
R84 100K
R85 4M7
R86 100K
R87 4M7
R88 100K
R89 4M7
R90 100K
R91 4M7
R92 100K
R93 4M7
R94 100K
R95 4M7
R96 100K
F
F=
G
G=
A
A=
C
C=
D
D=
E
+9V
IC8
R106 5K6
C3 100nF 16V
R107 820K
SW1 TIMBRE
IC10
R97 6K8
C1 22nF 16V
C2 100nF/16V
V+
P1 47K LOG
R114 68
C6 470pF/10V
C7 100µF/10V
IC9
C5 220nF 16V
R108 100
C4 10µF 10V
8Ω
R102 4M7
R103 100K
DESL.
IC7/3
SW2
LIGA
+9V BAT.
D27
C4 10µF/16V
0V
R104 4M7
R105 100K
IC7/4
P2 47K LOG PROFUND
R100 100K
R98 100K
R99 100K
IC11
R101 820K
C8 100nF/16V
C9 4,7µF 16V
R109 22K
C10 100nF/16V
R110 330K
IC12
TRIM 1 2K2 LIN SINTONIA
R112 15K
R111 10K
D26
2
41



3

mente. Tome cuidado com relação à posição da montagem dos capacitores eletrolíticos, fazendo coincidir o sinal positivo desenhado na placa com o terminal positivo do capacitor.

4) Monte e solde os diodos (D1 a D27), identificando corretamente sua posição de montagem (figura 4).

5) Monte e solde os CIs 8, 9, 10, 11 e 12, nos lugares indicados na placa, cuidando que o sentido do chanfro CI coincida com o desenho que aparece na placa. Qualquer dúvida pode ser sanada observando a figura 4.

6) O passo seguinte é o da montagem dos CIs 1 a 7, os quais merecem especial atenção por serem de tecnologia CMOS. Por isso, aconselhamos evitar tocá-los com os dedos (em seus terminais) e aos soldá-los desligar o ferro da rede. Também a pinagem destes circuitos integrados está na figura 4.

7) Monte e solde agora o trimpot (TRIM 1).

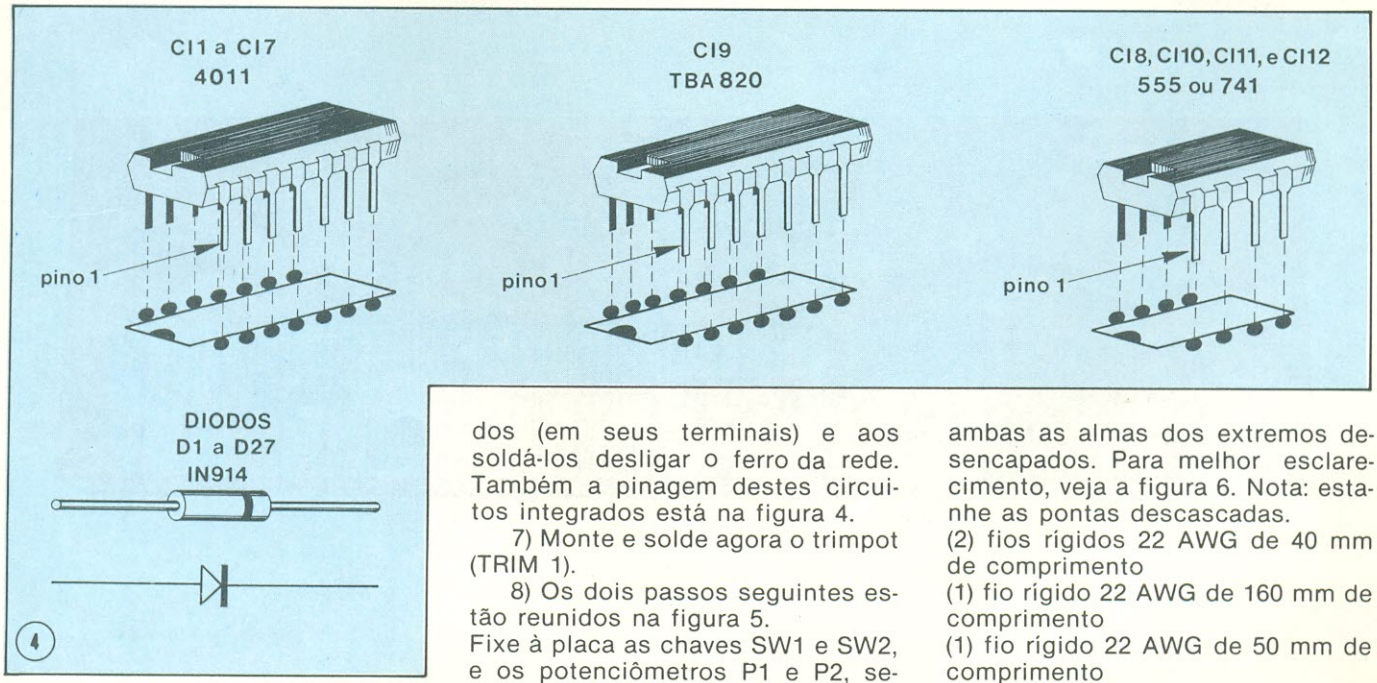
8) Os dois passos seguintes estão reunidos na figura 5.
Fixe à placa as chaves SW1 e SW2, e os potenciômetros P1 e P2, sendo as almas dos extremos desencapados. Para melhor esclarecimento, veja a figura 6. Nota: estanhe as pontas descascadas.
(2) fios rígidos 22 AWG de 40 mm de comprimento
(1) fio rígido 22 AWG de 160 mm de comprimento
(1) fio rígido 22 AWG de 50 mm de comprimento

9) Prepare os fios que se seguem:

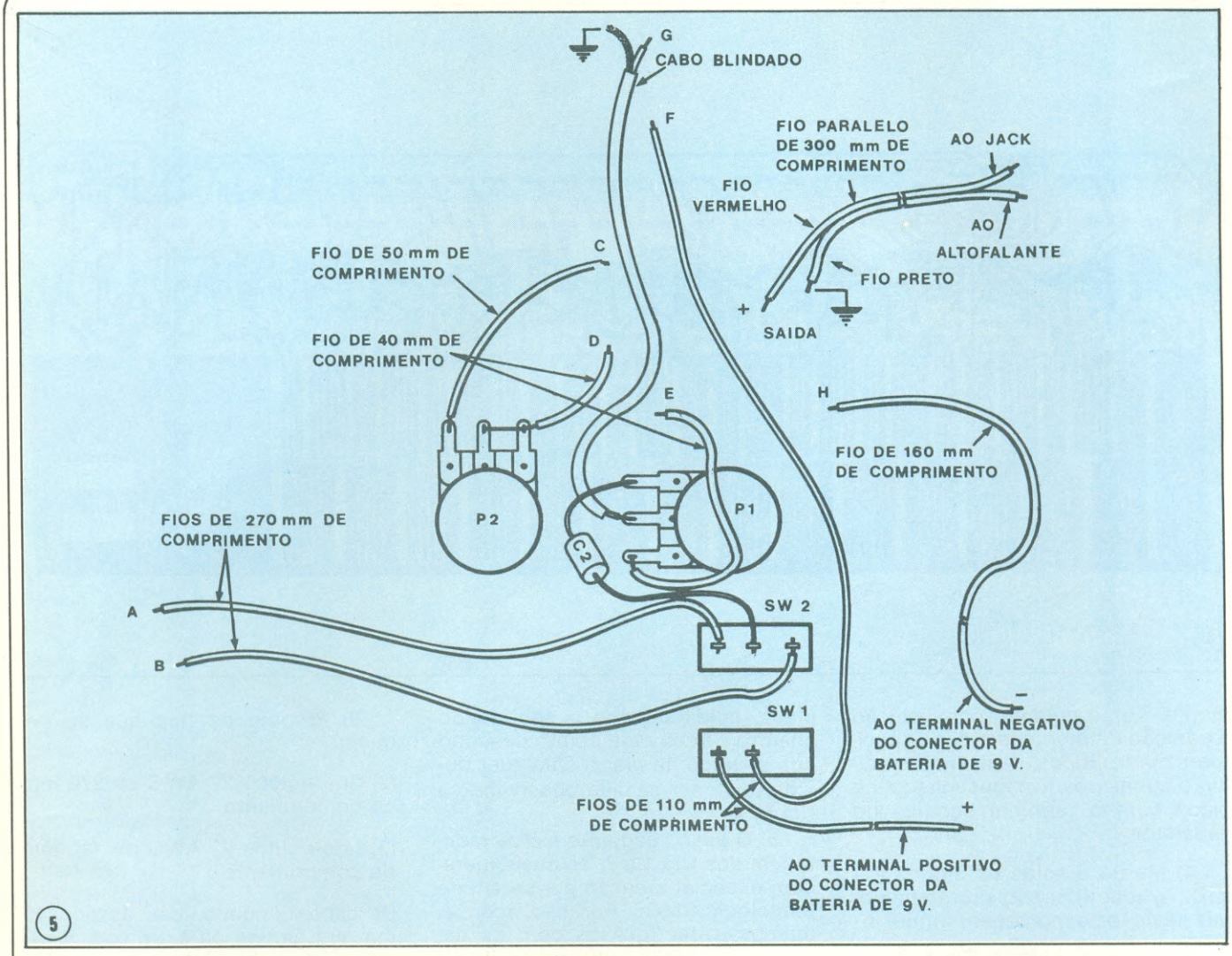
(2) fios rígidos 22 AWG de 270 mm de comprimento

(2) fios rígidos 22 AWG de 110 mm de comprimento

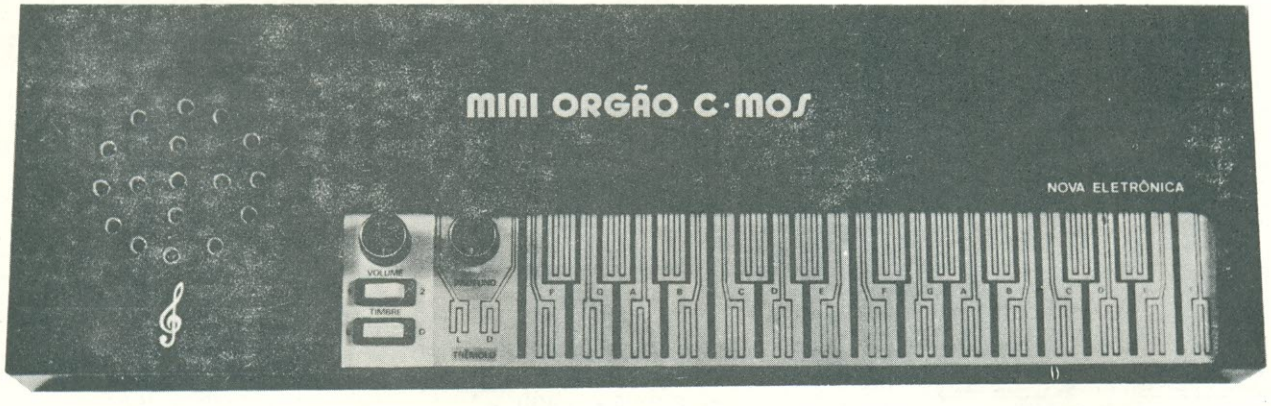
(1) cabo blindado, descascado 10 mm em ambos os extremos. A seguir corte a blindagem de um dos extremos e descasque 5 mm em

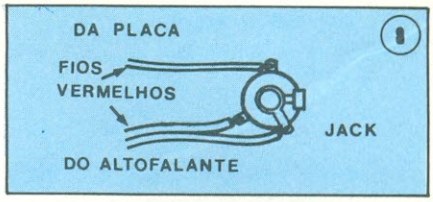


4


G
CABO BLINDADO
F
FIO PARALELO
DE 300 mm DE
COMPRIMENTO
AO JACK
FIO
VERMELHO
AO
ALTOFALANTE
FIO PRETO
+
SAIDA
C
FIO DE 50 mm DE
COMPRIMENTO
FIO DE 40 mm DE
COMPRIMENTO
D
E
H
FIO DE 160 mm
DE COMPRIMENTO
P2
P1
C2
FIOS DE 270 mm DE
COMPRIMENTO
A
B
SW 2
SW 1
–
AO TERMINAL NEGATIVO
DO CONECTOR DA
BATERIA DE 9 V.
FIOS DE 110 mm
DE COMPRIMENTO
+
AO TERMINAL POSITIVO
DO CONECTOR DA
BATERIA DE 9 V.

5


MINI ORGÃO C·MOS
NOVA ELETRÔNICA
VOLUME
TIMBRE
SUSTAIN



(1) fio flexível paralelo 22 AWG de 300 metros de comprimento. Descasque 5 mm em cada extremidade, separe-as 15 mm e estanhe-as. Descasque 5 mm em ambos os extremos dos fios rígidos 22 AWG.

10) Efetuar as seguintes ligações usando os fios preparados anteriormente (passo 9).

a) Ligue os fios de 270 mm de comprimento aos terminais externos da chave SW2 e os outros extremos aos pontos A e B da placa.

b) No terminal central da chave SW2 ligue um dos terminais do capacitor C2.

c) Ligue um fio de 110 mm ao terminal externo da chave SW1 (o qual posteriormente será ligado ao conector da bateria de 9 V).

d) Ligue um fio de 110 mm entre o terminal central de SW1 e o ponto F da placa.

e) Do terminal central de P1 ligue o cabo blindado (pelo extremo que foi cortada a blindagem) e o outro extremo ligue aos pontos G e terra, sendo que a blindagem é ligada ao terra.

f) Os terminais externos de P1 são ligados, um ao ponto E (usando um fio de 40 mm) e o outro ao terminal que resta de C2.

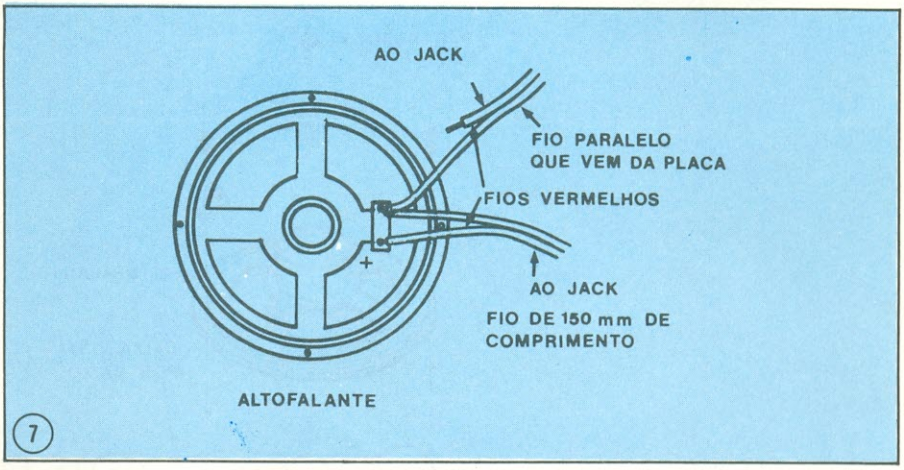
g) No poteciômetro P2, curto - circuite um dos terminais externos com o terminal central e ligue os terminais externos aos pontos C e D, usando fios de 50mm e 40mm, respectivamente.

h) Ligue o fio paralelo aos pontos + e terra da SAÍDA, fazendo coincidir o fio de cor vermelho com o +.

i) Ligue o fio de 160 mm ao ponto H da placa; a seguir ligue o mesmo ao terminal negativo do conector da bateria de 9 V, e o positivo do conector ao extremo livre do fio soldado no passo (c).

11) Prepare um fio flexível paralelo 22 AWG de 150 mm de comprimento, separe as pontas em 15 mm, em ambas as extremidades e descasque todas elas em 5 mm, estanhando-as.

12) Ligue o fio preto que vem da placa ao negativo do alto-falante e um outro fio preto preparado no passo anterior ao mesmo ponto; ligar o vermelho do mesmo par ao positivo do alto-falante (figura 7).



13) O fio vermelho que vem da placa e o fio da mesma cor que vem do alto-falante, serão ligados ao **jack** conforme a indicação da figura 8. O fio preto que vem do alto-falante também será ligado ao **jack**.

14) Fixe na caixa, o alto-falante e o jack (figura 9).

15) Monte a placa na caixa (figura 10) e feche a mesma depois de verificar o correto funcionamento do circuito. Para isto siga as instruções de operação dadas na parte de aplicações e operação (a seguir). Qualquer dúvida a respeito do fechamento da caixa, vide a figura 11.

16) Fixe os **knobs** nos eixos dos potenciômetros P1 e P2.

Controles e aplicações

O órgão eletrônico apresenta os seguintes controles:

1) Teclado
2) Volume
3) Trêmolo
4) Profundidade
5) Timbre

1) Teclado — composto de duas oitavas cujas notas estão indicadas na própria tecla, através do método "cifrado", o qual está relacionado a seguir juntamente com algumas músicas para você tocar.

OBS: Por serem as teclas acionadas pelo toque, a posição de seu dedo sobre elas é importante e deve ser tal que o som não saia distorcido (desagradável). Outro fator importante é quanto a umidade. Antes de começar a tocar, passe uma flanela ou qualquer pano seco sobre o teclado para retirar uma eventual umidade que possa haver. Ao tocar as teclas procure não fazê-lo com os dedos úmidos ou suados, pois a umidade pode provocar o disparo da nota, trazendo conseqüências desagradáveis durante a execução de uma música. Porém, caso isto aconteça, seque principalmente seu dedo e a tecla que estiver apresentado esta característica, e o problema será suprimido.

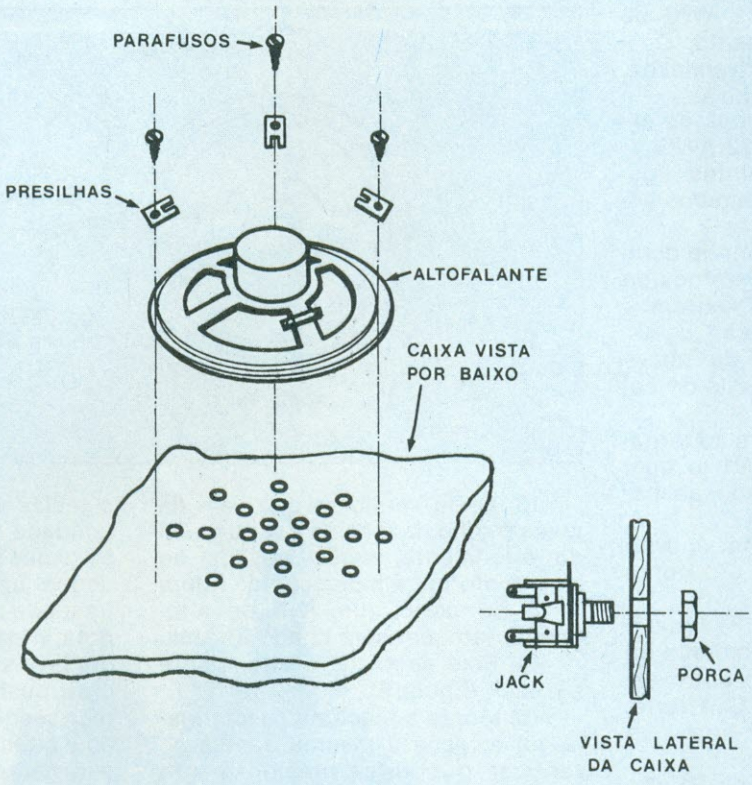
2) Volume — controla tanto o nível de saída do amplificador interno como o de um externo, caso seja usado.

3) Trêmolo — acionado também pelo toque, provoca, como o próprio nome já indica, um tremor (vibração sustenida) na nota.

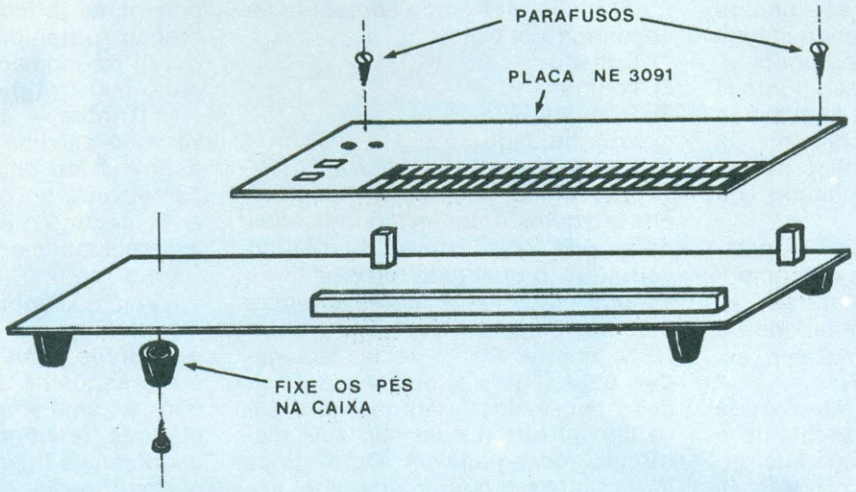
4)Profundidade — torna o trêmolo mais ou menos acentuado.

5)Timbre — através dessa chave você escolhe o timbre da nota, dentre duas opções: a primeira é semelhante ao de uma flauta doce e a segunda é mais estridente, assemelhando-se ao apito de um trem a vapor.

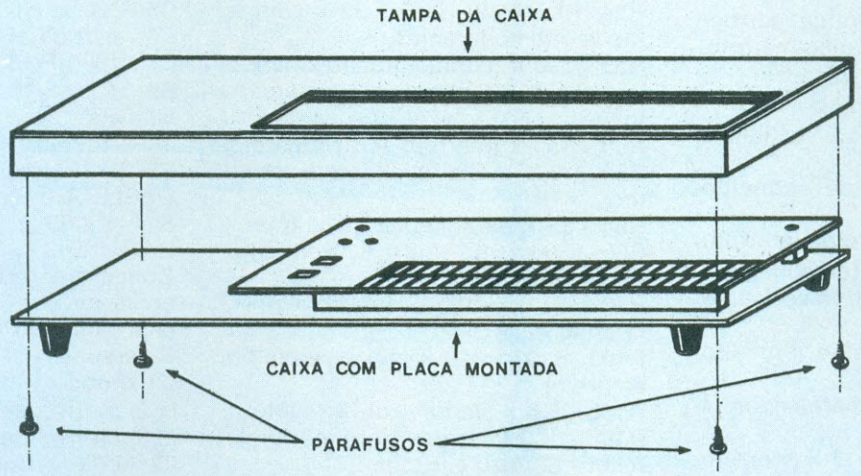
Vejamos agora o método de música "cifrado" e suas notas correspondentes, mais algumas músicas e um esquema de como ligar o órgão a um amplificador externo, além da frequência de cada nota. O esquema de ligação entre o órgão e o amplificador externo se encontra na figura 12. O código e a frequência das notas, na tabela 1.


PARAFUSOS
PRESILHAS
ALTOFALANTE
CAIXA VISTA
POR BAIXO
JACK
PORCA
VISTA LATERAL
DA CAIXA

9


PARAFUSOS
PLACA NE 3091
FIXE OS PÉS
NA CAIXA

10



11

Código das notas	Freqüência em Hz	Nota
F	698,5	FÁ
E	659,3	MI
D #	622,3	RÉ SUSTENIDO
D	587,3	RÉ
C #	554,4	DO SUSTENIDO
C	523,3	DO ——↑ 8.ª acima
B	493,9	SI
A #	466,2	LÁ SUSTENIDO
A	440,0	LÁ
G #	415,3	SOL SUSTENIDO
G	392,0	SOL
F #	370,0	FÁ SUSTENIDO
F	349,2	FÁ
E	329,6	MI
D #	311,1	RÉ SUSTENIDO
D	293,3	RÉ
C #	277,2	DO SUSTENIDO
C	261,6	DO ——↓ 8.ª abaixo
B	246,9	SI
A #	233,1	LA SUSTENIDO
A	220,0	LÁ
G #	207,7	SOL SUSTENIDO
G	196,0	SOL
F #	185,0	FÁ SUSTENIDO
F	174,6	FÁ

Músicas

LOVE STORY
A—C—B—E—E—G—E—A
A—G—F—G—G—F—E—D—E—D—C—D—E
A—C—B—E—E—G—E—A
D—B—E—C—B—A—G—B—A—G—A

EL CONDOR PASA
F—A#—A—C—C#—C—C#—D#—F—A#—G#—F
A#—G#—F—F—D#—C#—D#—F—A#—A—A#
A—A#—G#—A#—C#—A#—G#—A#—B#
F—F—D#—C#—D#

HINO DA ALEGRIA (NONA BEETHOVEN)
E—F—G—G—F—E—D—C—C—D—E—E—D—D
E—F—G—G—F—E—D—C—C—D—E—D—C—C
D—E—C—D—E—F—E—C—D—E—F—E—D—C—D—G
E—F—G—G—F—E—D—C—C—D—E—D—C—C

Relação de material

Circuitos integrados
CI1 a CI7 — 4011
CI8, CI11, CI12, — 741
CI9 — TBA820

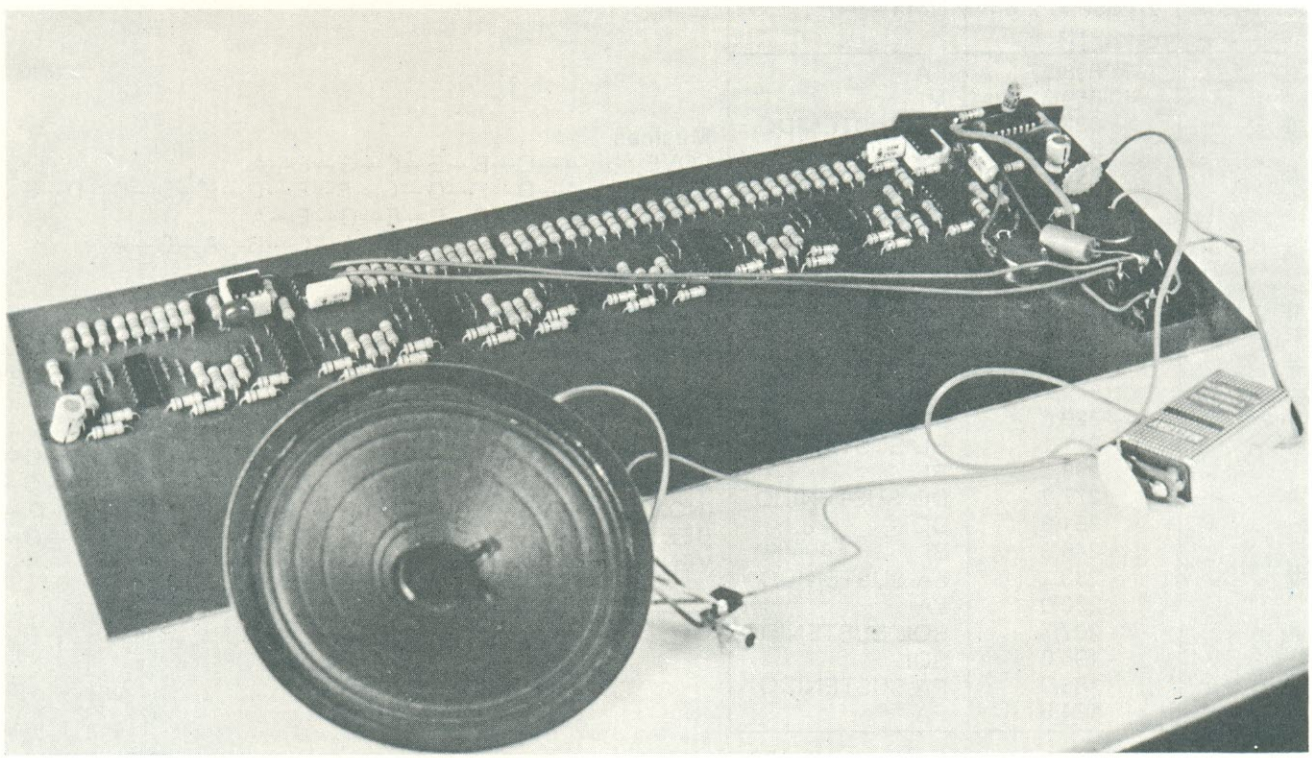
Diodos
D1 a D27 — 1N914 ou equivalente
Resistores
R1, R3, R5, R7, R9, R11, R13, R15, R17, R19, R21, R23, R25, R73, R75, CI10 — 555

R77, R79, R81, R83, R85, R87, R89, R91, R93, R95, R102, R104 — 4,7 M (amarelo-violeta-verde)
R2, R4, R6, R8, R10, R12, R14, R16,

➡

R18, R20, R22, R26, R74, R76, R78 R80, R82, R84, R86, R88, R90, R92, R94, R96, R98, R99, R100, R103, R105,R113, - 100 k (marrom-preto-amarelo)
R27, R29, R97 — 6,8 k (azul-cinza-vermelho)
R28, — 330 (laranja-laranja-marrom)
R30 — 390 (laranja-branco-marrom)
R31, R34, R35, R37, R40, R111 — 10 k (marrom-preto-laranja)
R32, R42, R45 — 8,2 k (cinza-vermelho-vermelho)
R33 - 1,2 k (marrom-vermelho-vermelho)
R36 - 270 (vermelho-violeta-marrom)
R38 - 1 k (marrom-preto-vermelho)
R39, R62 - 12 k (marrom-vermelho-laranja)
R41 -- 2,2 k (vermelho-vermelho-vermelho)
R43, R56 - 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)
R44, R57, R72, R112 - 15 k (marrom-verde-laranja)
R46 - 68 k (azul-cinza-laranja)
R47, R63 - 220 k (vermelho-vermelho-amarelo)
R48, R110 - 330 k (laranja-laranja-amarelo)
R49, R58 - 120 k (marrom-vermelho-amarelo)
R50, R53 - 180 k (marrom-cinza-amarelo)
R51 - 560 k (verde-azul-amarelo)
R52 - 270 k (vermelho-violeta-amarelo)
R54, R68, R69, R109 - 22 k (vermelho-vermelho-laranja)
R55 - 390 k (laranja-branco-amarelo)
R59 - 470 k (amarelo-violeta-amarelo)
R60 - 150 k (marrom-verde-amarelo)
R61 - 3,3 k (laranja-laranja-vermelho).
R64 - 33 k (laranja-laranja-laranja)
R65, R66, R67 - 27 k (vermelho-violeta-laranja)
R70, R71 - 18 k (marrom-cinza-laranja)
R101, R107 - 820 k (cinza-vermelho-amarelo)
R106 - 5,6 k (verde-azul-vermelho)
R108 - 100 (marrom-preto-marrom)
R114 - 68 (azul-cinza-preto)
OBS: Todos os resistores tem os valores em ohms, com ± 5% de tolerância e ¼ W de dissipação.
Potenciômetros
P1, P2 - 47 k ohms, logarítmicos, miniatura
TRIM 1 - trimpot linear, montagem vertical -2,2 k ohms
Capacitores
C1 - 22 nF/16 V (poliester)
C2, C3, C8, C10 - 100 nF/16 V (poliester)
C4 - 10 uF/16 V (eletrolítico)
C5 - 220 nF/16 V (poliester ou disco)
C6 - 470 pF/16 V (disco)
C7 - 100 uF/16 V (eletrolítico)
C9 - 4,7 nF/16 V (eletrolítico)
Chaves

SW1 - 1 pólo X 2 posições LIGA-DESLIGA
SW - 1 pólo X 2 posições INVERSORA
Conectores e tomadas
conector para bateria de 9 V
jack tamanho médio
Diversos
(2) **knobs**
(1,2) metros de fio rígido 22 AWG
(0,5) metros de fio paralelo flexível 22 AWG (vermelho e preto)
(0,1) metro de cabo blindado
Solda
placa NE3091
caixa de madeira
bateria de 9 V
alto-falante de 8 ohms, 2 ¼"



ALFATRONIC

IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÕES LTDA.

DISTRIBUIDORES PARA TODO O BRASIL DOS SEMICONDUTORES

NATIONAL

TEXAS

TRANSIT

FAIRCHILD
SEMICONDUTORES

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS:

C&K
The Primary Source Worldwide.

Interruptores de alavanca. Botões miniatura. Thumb-wheels de alta qualidade, montados no Brasil.

Interruptores eletromagnéticos. Reed switches.

HAMLIN

GW Elco Corporation
a Gulf + Western manufacturing company

Conectores para circuito impresso, Categoria militar.

Trading associada para materiais, componentes e equipamentos eletrônicos em geral.

TEKNIS

NORTE/NORDESTE EURÁSIA COMÉRCIO E REPRESENTAÇÕES LTDA. Rua Dr. Cardoso de Melo, 1572 - V. Olímpia Fone: 241-4919/542-1204 - DDD 011 São Paulo - SP	**ESPÍRITO SANTO** ADR. COMÉRCIO E REPRESENTAÇÕES LTDA. Av. N.S. da Penha, 1420 - apto. 303 Fone: 227-3491 - DDD 027 Vitória - ES
MINAS GERAIS HERNANI REPRESENTAÇÕES Rua Santa Bárbara, 635 Fone: 461-8419 - DDD 031 Belo Horizonte - MG	**PARANÁ/SANTA CATARINA** RECOMEL REPRES. COM. ELETRO ELETRON. LTDA. Rua Sergipe, 1451A Fone: 23-5249 - DDD 0432 Londrina - PR
GOIÁS/BRASÍLIA/MATO GROSSO LÍDIO GUILHERME Rua Cinco, 432 - Setor Oeste Fone: 223-6398 - DDD 0622 Goiânia - GO	DOMINGOS ARTUR RAMOS LIEUTHIER Rua Nunes Machado, 1488 - apto. 01 Fone: 32-5798 - DDD 0412 Curitiba - PR
RIO DE JANEIRO REPLAVEN Rua Senador Dantas, 44 - 2º andar - sala 3 Fones: 222-5239/238-0244/223-1334 - DDD 021 Rio de Janeiro - RJ	**RIO GRANDE DO SUL** EURASUL REPRESENTAÇÕES E DISTRIBUIDORA LTDA. Rua Quintino Bocaiúva, 732 Fone: 22-7164 - DDD 0512 Porto Alegre - RS

Para sua maior comodidade, utilize os serviços de nosso representante em sua região.

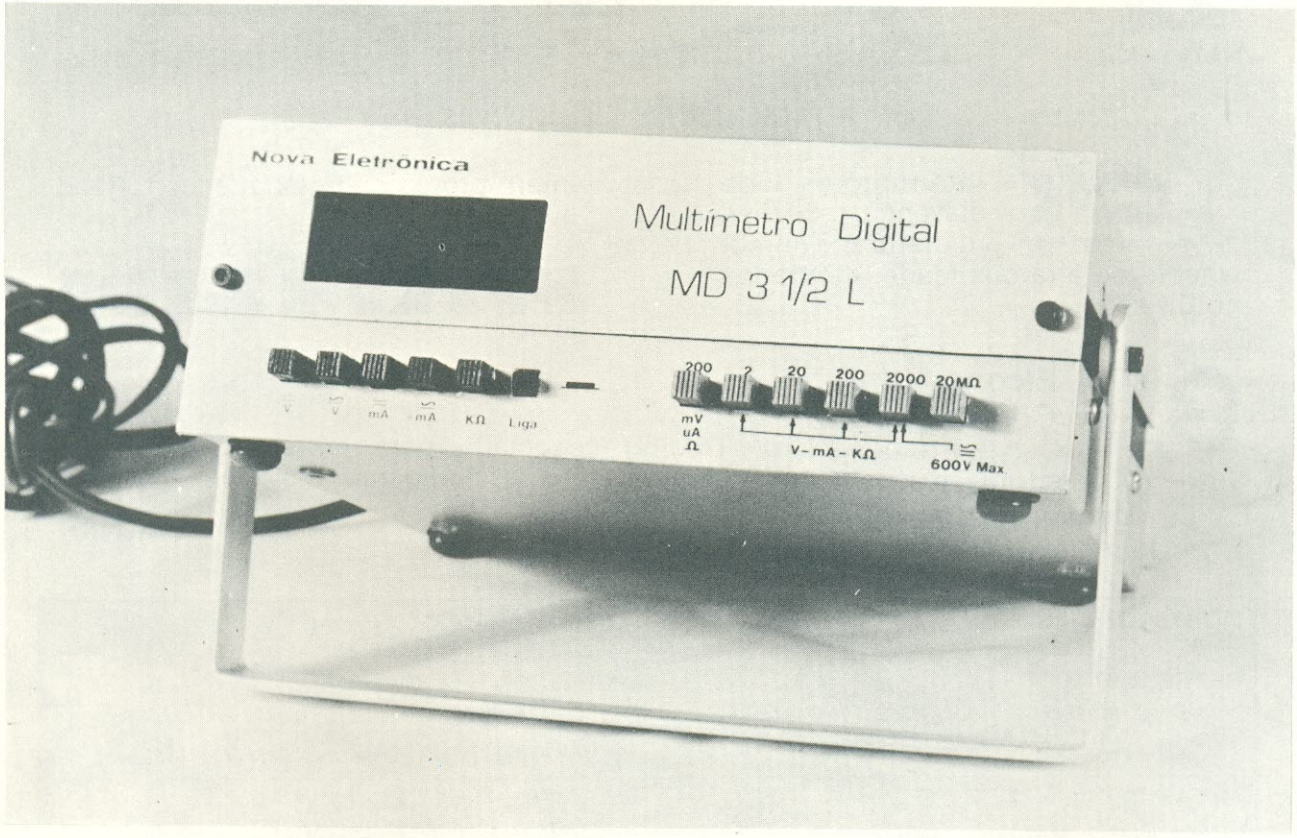
ALFATRONIC

IMPORTAÇÃO, EXPORTAÇÃO E REPRESENTAÇÕES LTDA.

Avenida Rebouças, 1498 — São Paulo — 05402
Tels.: 282-0915, 280-3520, 280-3526
Telex (011) 24317 ALFA BR

MULTÍMETRO DIGITAL MD 3½L

2ª PARTE



Como anunciamos na edição de número 25 da NOVA ELETRÔNICA, forneceremos nesta as instruções necessárias para a montagem do multímetro digital, MD 3½ L. Agora, já cientes do seu funcionamento e das características oferecidas por este valioso instrumento, passemos às explicações relativas à construção do mesmo. Sem dúvida alguma, o oferecimento deste kit vem proporcionar aos profissionais da eletrônica em todos os níveis, a oportunidade de completar sua bancada com o indispensável instrumento digital de medição.

A parte referente à montagem será dividida em etapas sucessivas, as quais deverão ser cuidadosamente seguidas para que sua montagem seja bem sucedida.

Comecemos pela colocação dos componentes na placa menor (3090B), vista na figura 1.

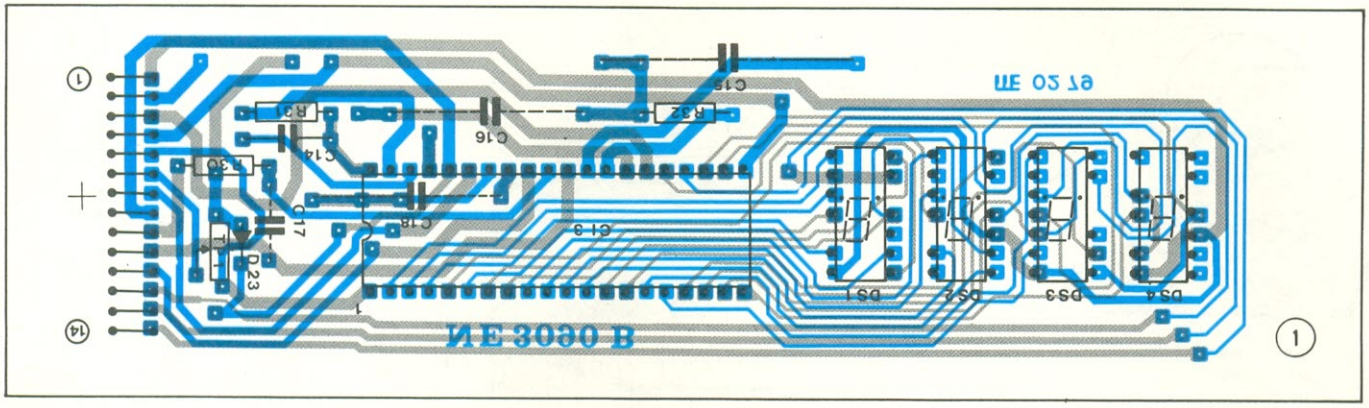
1) Instale e solde os quatro resistores daquela placa, pelo lado superior da mesma. A solda deve ser feita de modo que os componentes fiquem bem próximos à placa, assim como o corte dos excessos de terminais dos mesmos também deve ser rente àquela.

Lembre-se que é suficiente soldar apenas do lado inferior da placa, e não dos dois lados, o que viria a dificultar um reparo que porventura seja necessário.

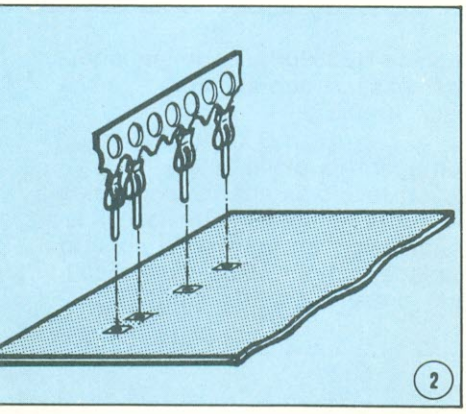
2) Instale agora os molex (pequenos suportes individuais para pinos de circuitos integrados) para os **displays**. pelo lado superior da placa, soldando-os pelo lado inferior da mesma. Observe que existem espaços vagos entre os furos, os quais não serão usados. Portanto, os molex que se encontram nestas posições devem ser eliminados, como mostra a figura 2.

3) Solde na posição correspondente o diodo zener, observando sua correta polaridade.

4) Solde então o trimpot, tam-



1



2

bém em sua posição adequada.

5) Quanto aos capacitores, devem ser colocados no lado inferior da placa e soldados pela face superior. Este recurso foi usado para que pudessemos diminuir o tamanho da placa de circuito impresso. Os capacitores, quando da soldagem, devem ser aquecidos o mínimo possível para evitar-se alterações em suas características.

6) Instale, agora, os molex necessários ao circuito integrado, soldando-os pelo lado inferior da placa.

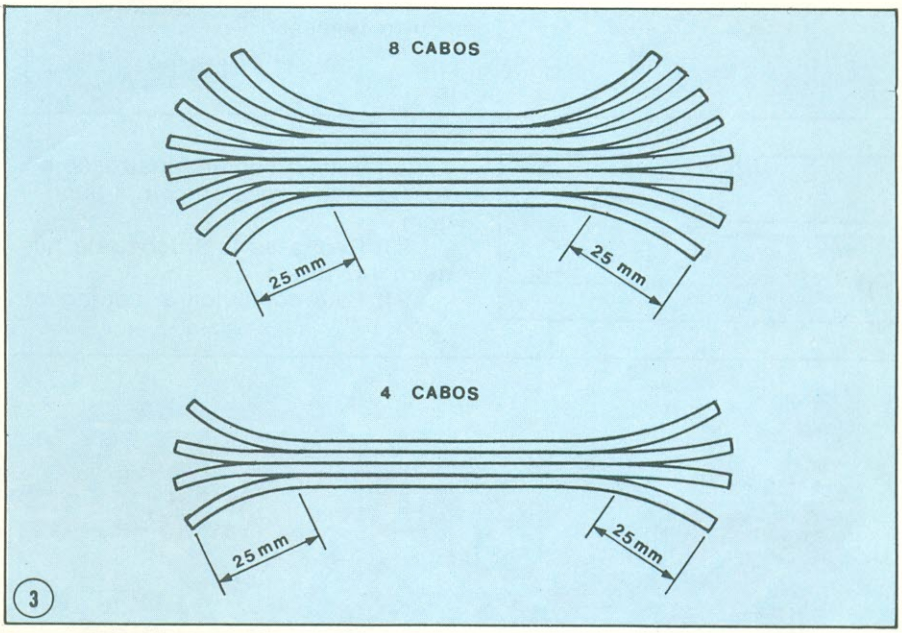
7) Pegue um pedaço de cabo de 18 veias de aproximadamente 150 mm de comprimento, preparando-o da seguinte maneira:
separe-o em dois grupos, 1 com 4 cabos e 1 com 8 cabos (o restante do mesmo não será utilizado).

8) Separe cada condutor aproximadamente 25 mm, como mostra a figura 3.

9) Com o auxílio de um estilete ou lâmina, corte (apenas a isolação dos cabos) aproximadamente 5 mm a partir das extremidades.

10) Com um alicate de bico, prenda o cabo bem próximo ao corte feito anteriormente.

11) Agora, com um alicate de corte, puxe o pedaço da isolação, como mostra a figura 4.



3

12) Repita esta operação com todos os cabinhos.

13) Após descascá-los, enrole suas pontas e estanhe-as.

14) Insira os 4 cabinhos do grupo de 4 cabos nos orifícios de fixação, como se pode ver na figura 5. Estes cabos serão usados nos pontos 11, 12, 13 e 14.

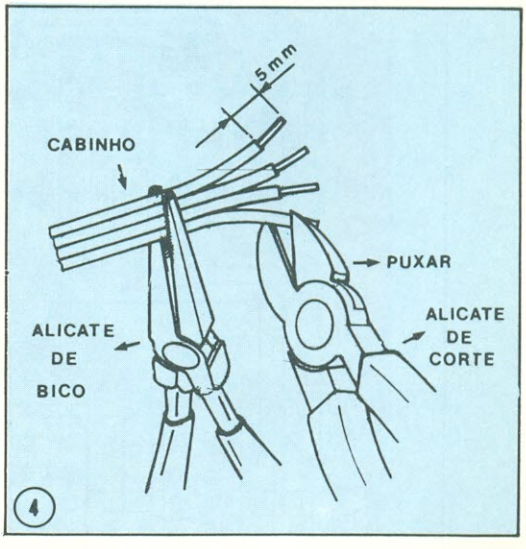
15) Siga as instruções anteriores também para o grupo de 8 cabos, sendo que estes serão inseridos nos furos de fixação de nº 1 a 8 (portanto, os furos 9 e 10 ficarão vagos, ainda).

16) Insira os extremos dos cabos nos furos para soldagem, como mostra a figura 6.

17) Após os 12 cabos estarem posicionados, solde-os pelo lado inferior da placa, cortando o excesso dos mesmos depois da soldagem.

18) Corte um pedaço de cabo blindado de aproximadamente 150 mm.

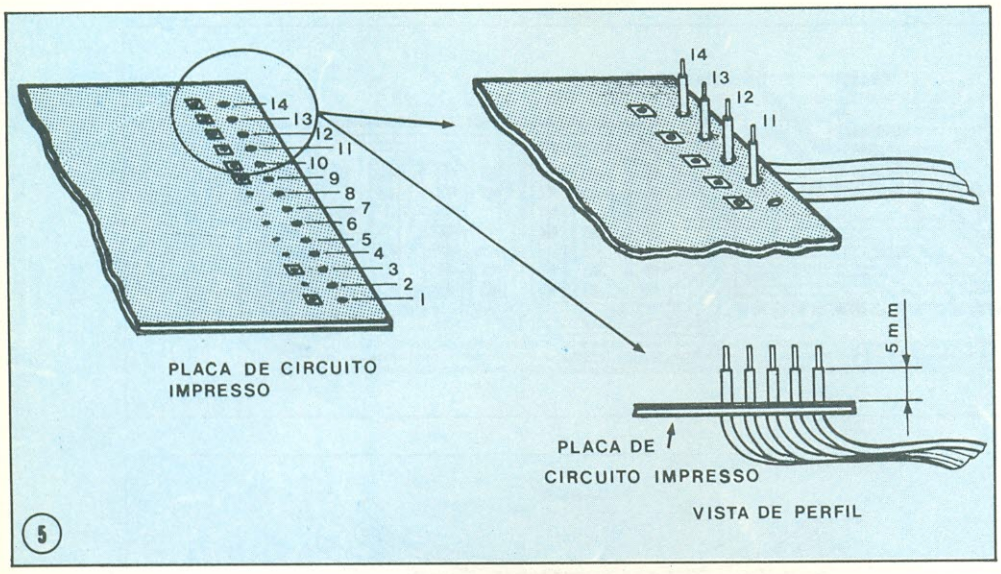
19) Descasque ambos os extremos em aproximadamente 15 mm.

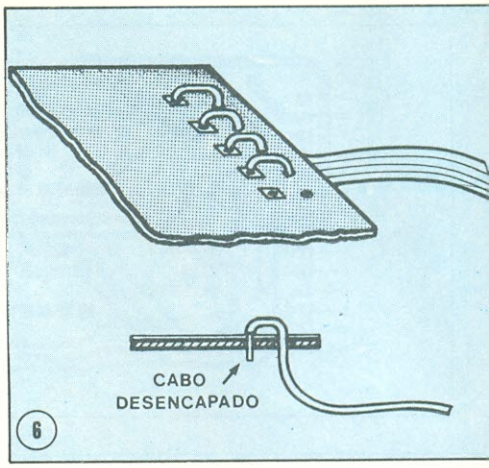


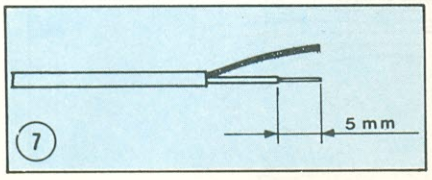
4

20) Separe a blindagem do fio central.

21) Descasque o cabo central, em ambos os extremos, aproximadamente 5 mm, como na figura 7. ➡







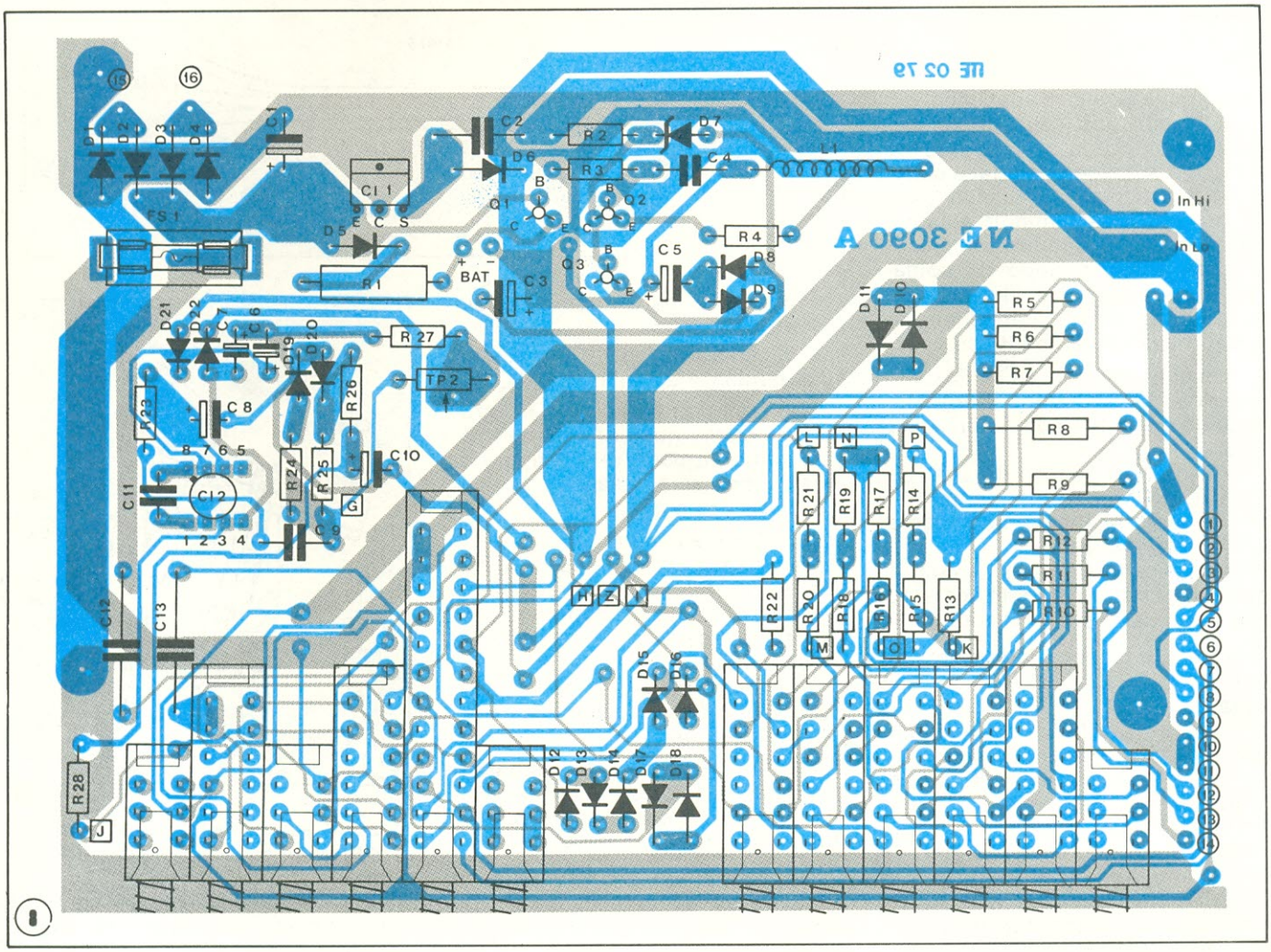
22) Volte a seguir a instrução nº 13, fazendo o mesmo com a blindagem.

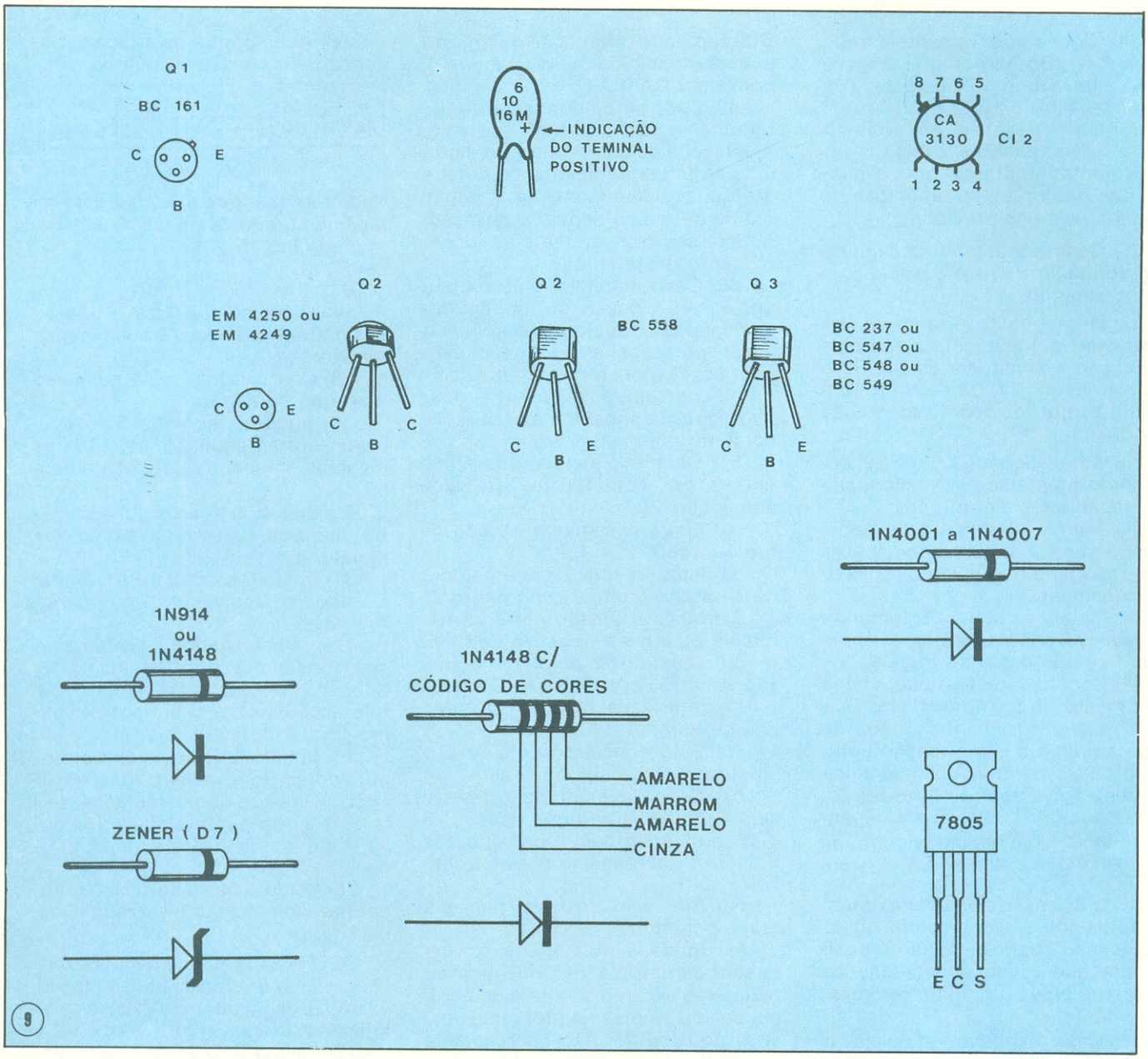
23) Repita as instruções de número 14, 16 e 17.

24) Está concluída a montagem da placa NE3090B, sendo que podemos passar agora para a placa 3090A (figura 8).

Montagem da placa 3090A

25) Devido às altas impedâncias existentes neste circuito, é conveniente evitar ao máximo o contato da placa com as mãos, pois a umidade presente nestas poderá cau-





9

sar a formação de capacitâncias parasíticas, as quais poderiam afetar o funcionamento do aparelho em correntes e tensões alternadas.

26) Se for desejada uma maior segurança na montagem, deve-se banhar a placa com benzina ou tetracloreto, utilizando um pedaço de algodão. Nesse caso, após o "banho",a mesma não deve ser manuseada diretamente mas sim com o auxílio de luvas de borracha.
OBS: Os cuidados referidos no ítem 26 não são indispensáveis, mas ajudam a garantir o perfeito funcionamento de seu multímetro.

27) Iniciaremos a montagem pela fonte de alimentação positiva.

28) Coloque em suas posições os diodos D1, D2, D3, D4, D5 e D6, observando a figura 9.

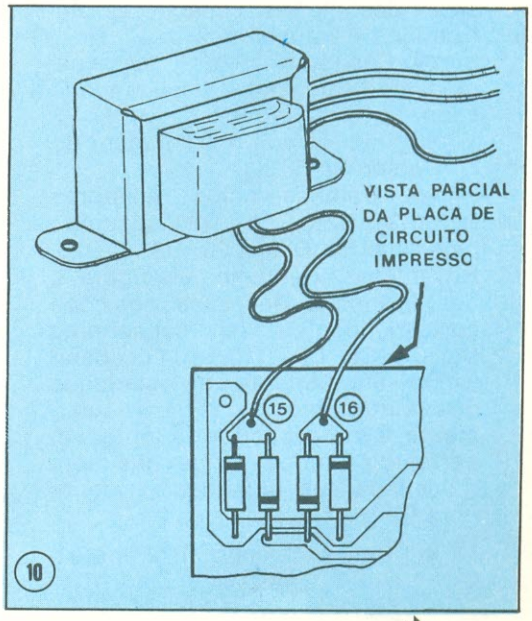
29) Instale nos respectivos lugares o resistor R1 e o capacitor C2.

30) Passe agora para Q1, CI1 e C1, neste ordem. Observe a figura 9, ainda, quanto à posição de CI1; outro componente que requer sua atenção é C1, com relação a sua polaridade.

31) Concluída a etapa anterior já podemos realizar um teste de funcionamento, dispondo de um multímetro CC (mesmo analógico).

32) Conecte o transformador de força provisoriamente, como mostra a figura 10.

33) Ligue o cabo de força de acordo com a rede domiciliar existente (110 ou 220 V).



10

34) Conectado o cabo à rede, meça a tensão no ponto H, com relação à terra (ponto Z); esta deve estar entre 4,2 e 5,3 VCC.

35) Caso negativo — reveja todos os componentes soldados anteriormente, atentando para a posição dos diodos e para a ligação do primário do transformador.

36) Caso positivo — desligue o transformador da rede e passe para a fase seguinte.

37) Monte, então, a fonte de tensão negativa. Inicie esta etapa pela colocação e soldagem de R2, R3 e R4, bem como D7, D8 e D9. Volte a seguir a figura 9, quanto a posição dos diodos.

38) Instale agora C4, C5 e C3, observando atentamente a polaridade dos capacitores eletrolíticos.

39) Faltam ainda os dois transformadores Q2 e Q3. Volte à figura 9 para orientar-se quanto ao seu funcionamento.

40) Instale a bobina L1, tomando cuidado para não danificá-la, pois seus fios são bastante frágeis.

41) Concluída esta etapa, chega o momento de mais um teste.

42) Ligue novamente o cabo de força à rede e meça a tensão entre o ponto I e o ponto Z; observe que a ponta de prova positiva deve ser colocada no ponto Z (terra) e a negativa no ponto I, e a tensão encontrada aí deve estar entre − 4,9 e − 5,8 VCC.

OBS: a tensão negativa existente nestes pontos será medida como uma tensão positiva, devido à posição em que foram conectadas as pontas de prova do multímetro usado no teste.

43) Caso negativo — reveja as etapas 37 a 40, atentando para a posição dos diodos, capacitores eletrolíticos e transistores.

44) Caso afirmativo — passe para a etapa seguinte, desligando o cabo de força da rede.

45) Iniciaremos a montagem do conversor CA/CC.

46) Comece pelos resistores R23, R24, R25, R27 e R28. seguindo pelos diodos D19, D20, D21 e D23. Novamente oriente-se pela figura 9.

47) Instale em suas posições correspondentes os capacitores C6, C7, C8, C9, C10 e C11, observando atentamente a polaridade dos eletrolíticos. C10, particularmente, é um capacitor de tântalo e, portanto, também exige que seja respeitada sua polaridade (vide figura 9).

48) Solde o trimpot TP2, instale CI2, seguindo orientação da figura 9, e está concluída a montagem do conversor CA/CC.

49) Caso se disponha de um gerador de áudio com nível de saída ajustável e de um multímetro digital (não pode ser um analógico comum devido, principalmente, à impedância de entrada e depois à precisão), poderá ser feito um teste de funcionamento deste estágio.

50) Caso negativo, pule os passos 51 a 57, passando diretamente ao 59, já que o teste não é indispensável, pois apenas facilita o diagnóstico de possíveis defeitos com os blocos separados, o que é mais fácil que diagnosticar defeitos no conjunto completo.

51) Calibre o gerador de áudio em 100 Hz, com 100 mV de saída senoidal.

52) Ligue novamente o cabo de força à rede.

53) Injete o sinal de seu gerador de áudio no ponto J e no ponto Z.

54) Meça a tensão entre os terminais positivo e negativo de C10.

55) Ajuste TP2 para que a tensão sobre C10 (VCC) seja idêntica à tensão alternada medida na saída de seu gerador de áudio.

56) Está concluído o teste e o ajuste do conversor CA/CC.

57) Caso o resultado do teste seja negativo, confira os passos 46 e 47, atentando para a posição dos diodos e dos capacitores eletrolíticos.

58) Em caso positivo, passe à etapa posterior.

59) Inicie a montagem do atenuador de entrada. Evite segurar os resistores de precisão pelo seu corpo, devido ao mesmo problema descrito no ítem 25; não sobreaqueça os mesmos quando da soldagem.

OBS: os resistores do atenuador de entrada devem ser soldados afastados aproximadamente 5 mm da placa.

60) Certifique-se do valor dos resistores verificando a lista de material.

61) Após terem sido soldados os resistores R13 a R21, podemos realizar mais um teste.

62) Inicialmente deve-se dispor de uma fonte de tensão contínua com aproximadamente 15 V de saída, e do multímetro citado no ítem 49.

63) Faça um **jumper** entre os pontos K e Z.

64) Aplique a tensão da fonte entre os pontos L e Z.

65) Com o auxílio do multímetro, meça a tensão entre L e Z.

66) Acompanhe pela tabela 1 as tensões nos diversos pontos.

L	M	N	O	P
15 V	15 V	150 mV	15 mV	1,5 mV

Todas as tensões medidas com relação ao ponto Z; tensão de entrada mantida em 15 V.

67) Caso negativo — verifique inicialmente se foi feita a ligação entre Z e K; a seguir, a posição dos resistores.

68) Caso afirmativo — passe ao ítem que se segue.

69) Inicie a montagem do conversor corrente/tensão, tomando os mesmos cuidados referidos no ítem 59.

70) Instale D10 e D11, mais R5 a R9, certificando-se dos valores dos resistores.

71) Solde C12, C13 e FS1, já instalando o fusível em seu porta-fusível.

72) Observando atentamente seu posicionamento solde D12, D13, D14, D15, D16, D17 e D18, sob orientação da figura 9. Faça o mesmo com R10, R11 e R12.

73) Instale e solde as chaves comutadoras de escalas e funções.

74) Observe que a soldagem feita esteja bem rente à placa impressa, bem como o corte dos terminais.

75) Solde a barra de fixação das chaves no espaço reservado para isto (figura 11).

76) Faça os cinco **jumpers** das chaves comutadoras, utilizando fio 22 AWG encapado. Oriente-se pela figura 12.

77) Faça a ligação das duas placas com atenção para numeração dos 14 pontos a serem interligados, a qual deve coincidir em ambas as placas, como mostra a figura 13.

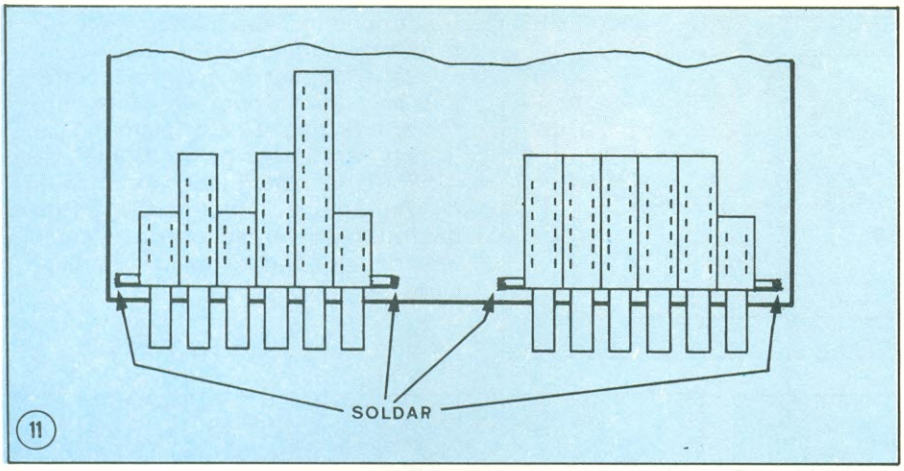
78) Inicie a montagem da caixa, a partir da tampa traseira, como pode ser visto na figura 14.

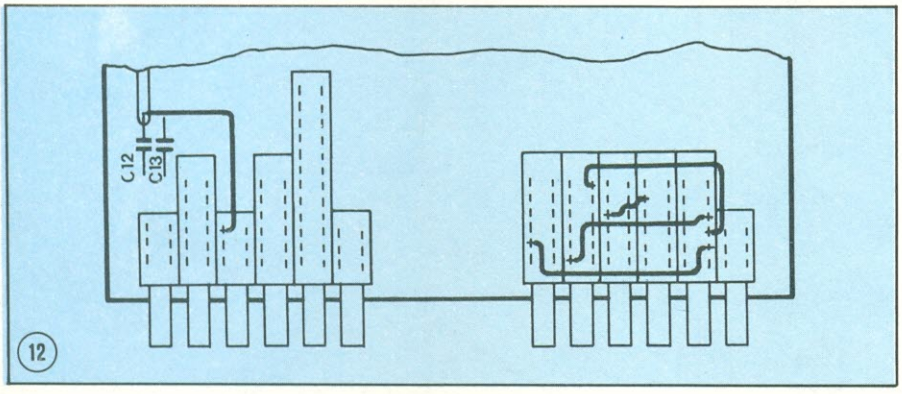
79) Após a colocação do transformador e de S72, podemos iniciar uma parte da montagem do painel traseiro (figura 15).

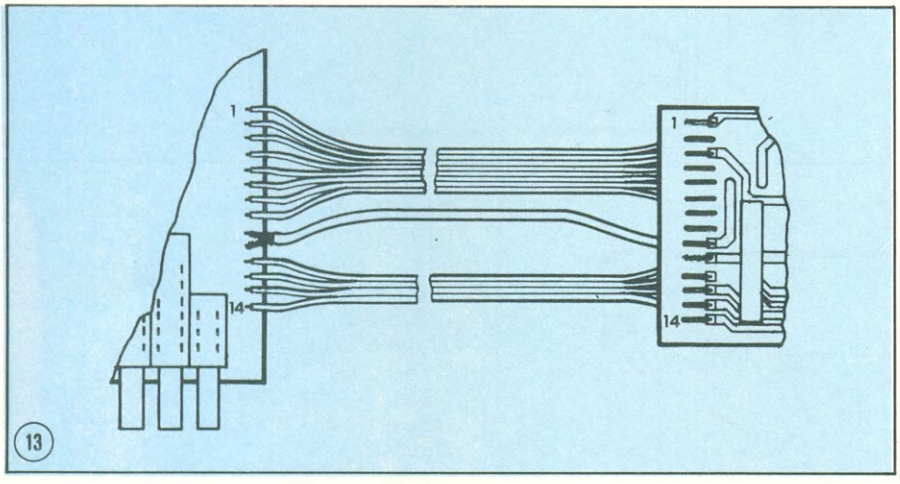
OBS: para identificar as cores correspondentes aos fios de OV, 110 e 220 V, observe a caixa do trafo, onde as mesmas estão indicadas.

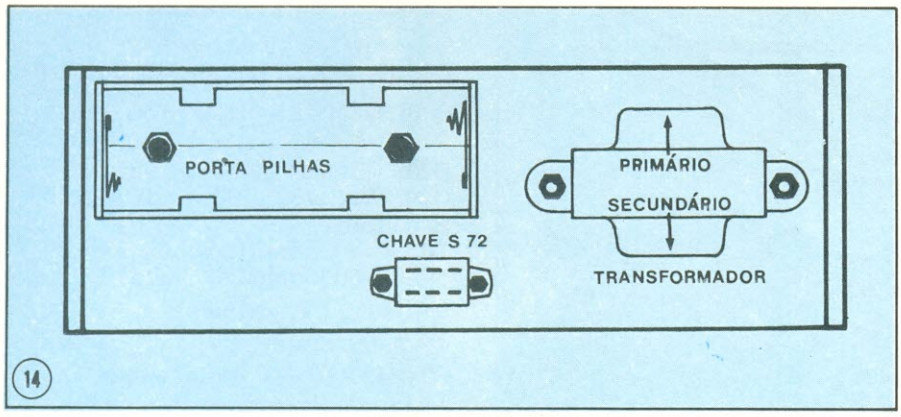
80) Passe para o painel lateral direito, onde está o receptáculo para os bornes de entrada. Observe a figura 16 para a correta montagem dos mesmos.

81) Prepare um pedaço de cabo blindado com aproximadamente









100 mm, relendo as instruções dos ítens 19, 20, 21 e 22.

82) Solde a blindagem do cabo já preparado à entrada baixa (IN LO) e o condutor central à entrada alta (IN HI) da placa de circuito impresso 3090A.

83) Prossiga, então, com a fixação da placa 3090A, à caixa (vide figura 17).

84) Após fixar aquela placa, coloque em sua posição o painel traseiro da caixa, como se vê na figura 18.

85) Uma vez fixado o painel traseiro podemos efetuar as ligações dos bornes de entrada e do transformador (figura 19). A seguir cole uma tira de borracha na parte inferior da peça utilizada para fixação dos bornes de entrada. Repita esta operação também para a parte superior da mesma.

86) Caso sejam utilizadas baterias, estas devem ser ligadas conforme a indicação da figura 20.

87) Coloque os **knobs** nas chaves, orientando-se pela figura 21.

88) Fixe a placa 3090 B da maneira mostrada na figura 22.

89) Passemos agora para os ajustes do DPM e do conversor CA/CC.

a. pressione a chave VDC ($\overline{\overline{V}}$).

b. pressione a chave 20 VDC.

c. ligue o cabo de força à rede elétrica.

d. ligue a chave de força.

e. injete uma tensão contínua de valor conhecido próximo a 10 V, às entradas IN LO e IN HI, obedecendo a polaridade IN LO (-) e IN HI (+).

f. calibre TP1 para que o multímetro leia o valor da tensão conhecida.

g. inverta a posição das pontas de prova. A leitura deve ser aproximadamente a mesma, mas com a indicação de tensão negativa. (sinal -). Está concluída a calibração do DPM.

90) Calibração do conversor CA/CC.

a. pressione a chave ACV (V)

b. pressione a chave 200 V.

c. mantenha pressionada a chave de força.

d. leia a tensão da rede (valor previamente conhecido).

e.calibre TP2 para que seja feita a mesma leitura.

Está concluída a calibração do conversor CA/CC.

91) Inicie a montagem final da caixa do multímetro.

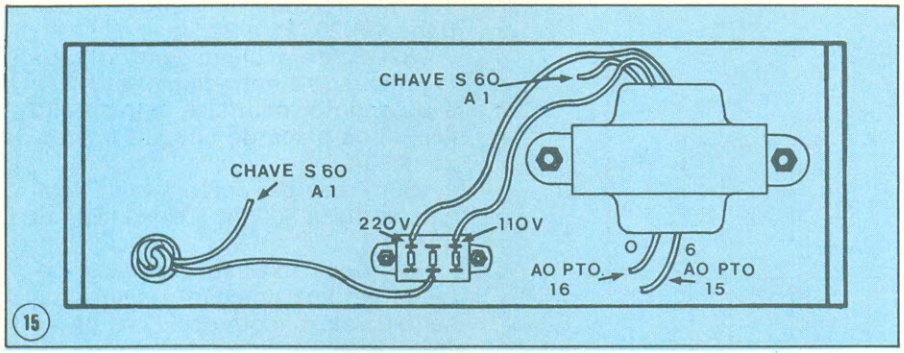
92) Coloque a tampa superior da caixa e parafuse os 8 parafusos au-

toatarraxantes das partes superior e inferior daquela.

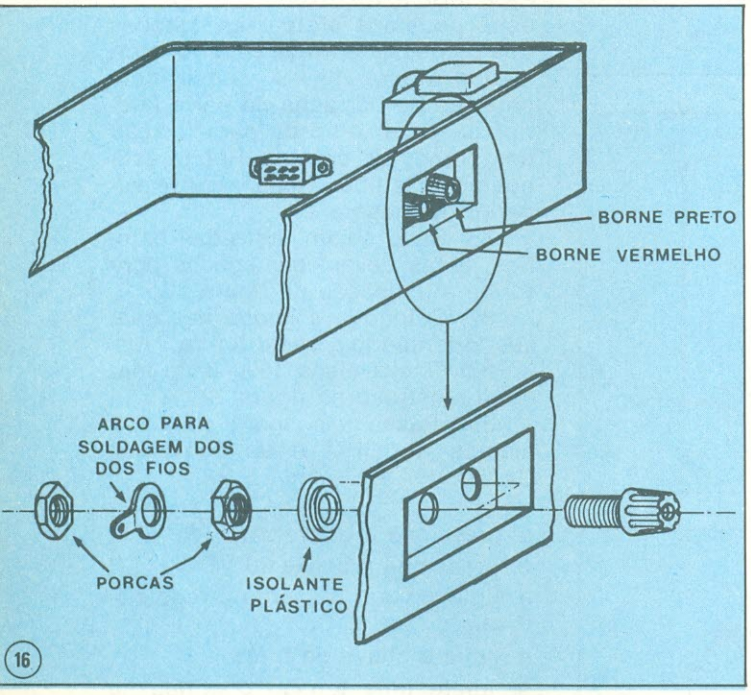
93) Coloque os 4 pés de borracha na parte inferior da caixa, retirando a proteção dos mesmos.

94) Parafuse o painel frontal.

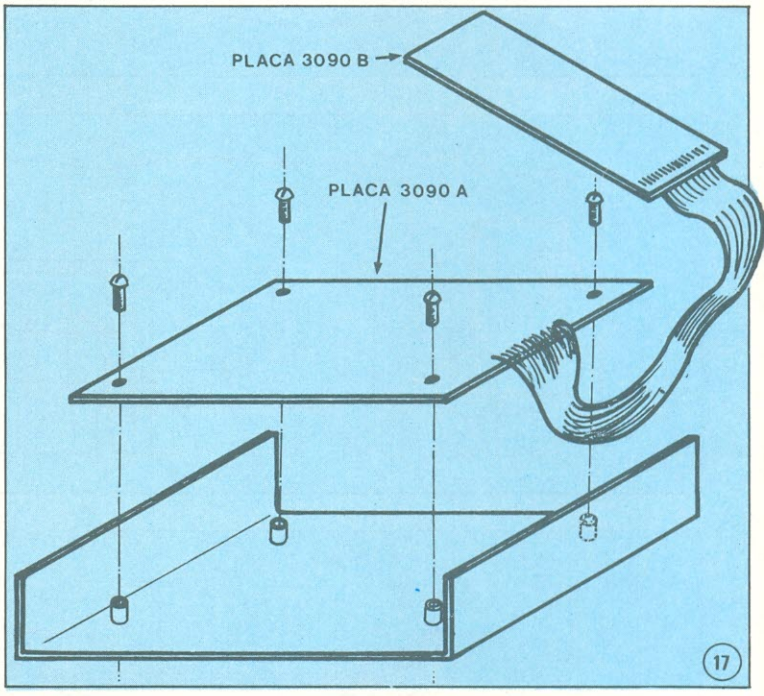
95) Está concluída a montagem do multímetro. Você pode agora desfrutar as vantagens de possuir um medidor digital de resistência, corrente e tensão.



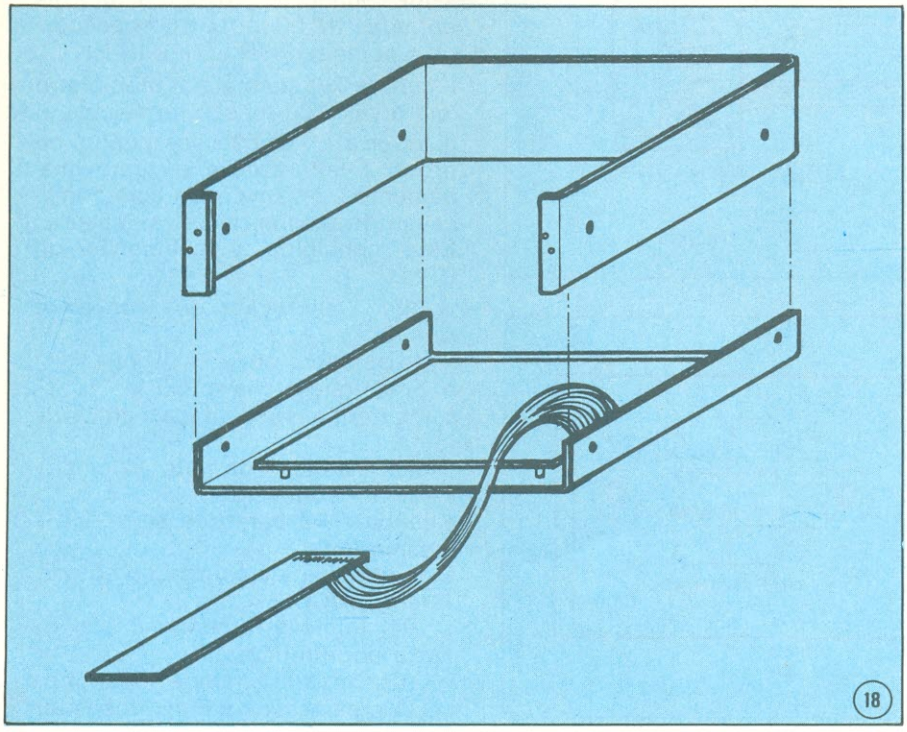
15



16

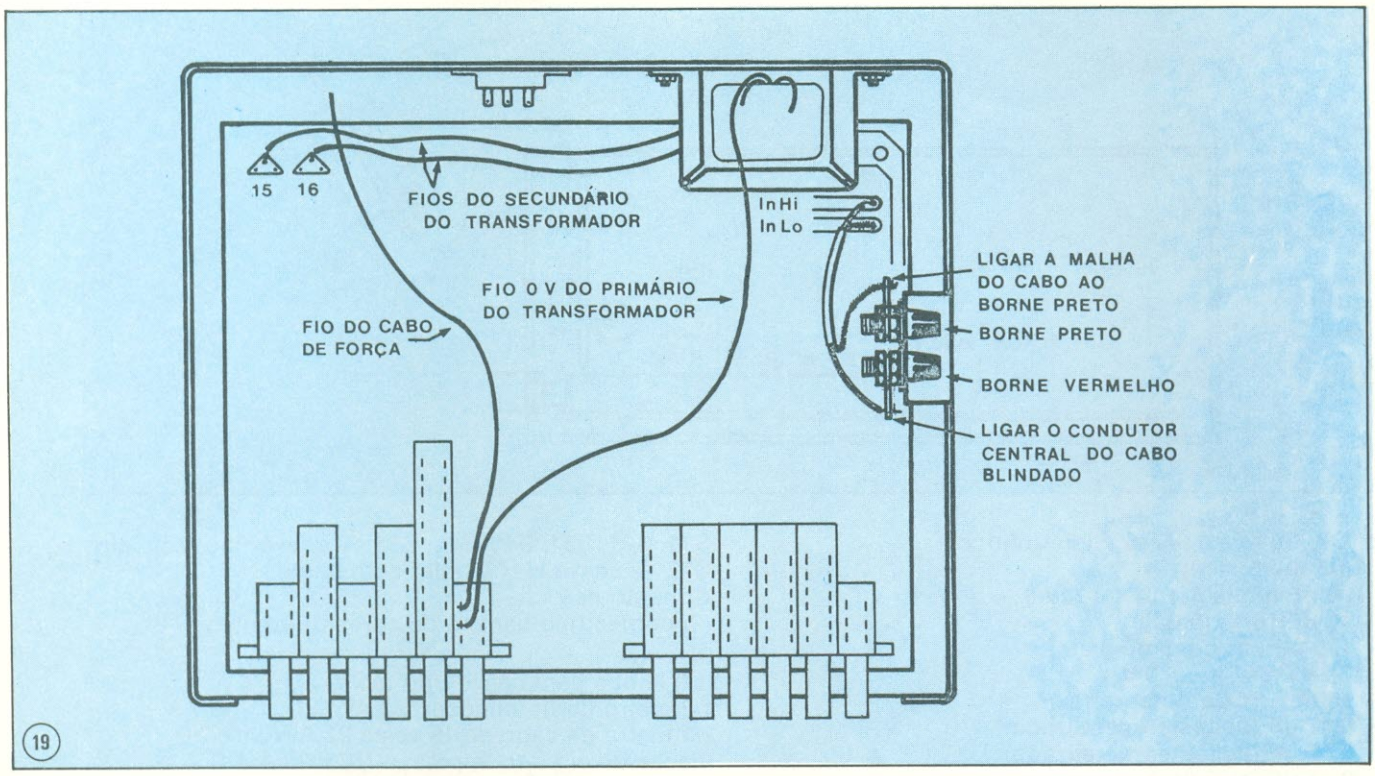


17

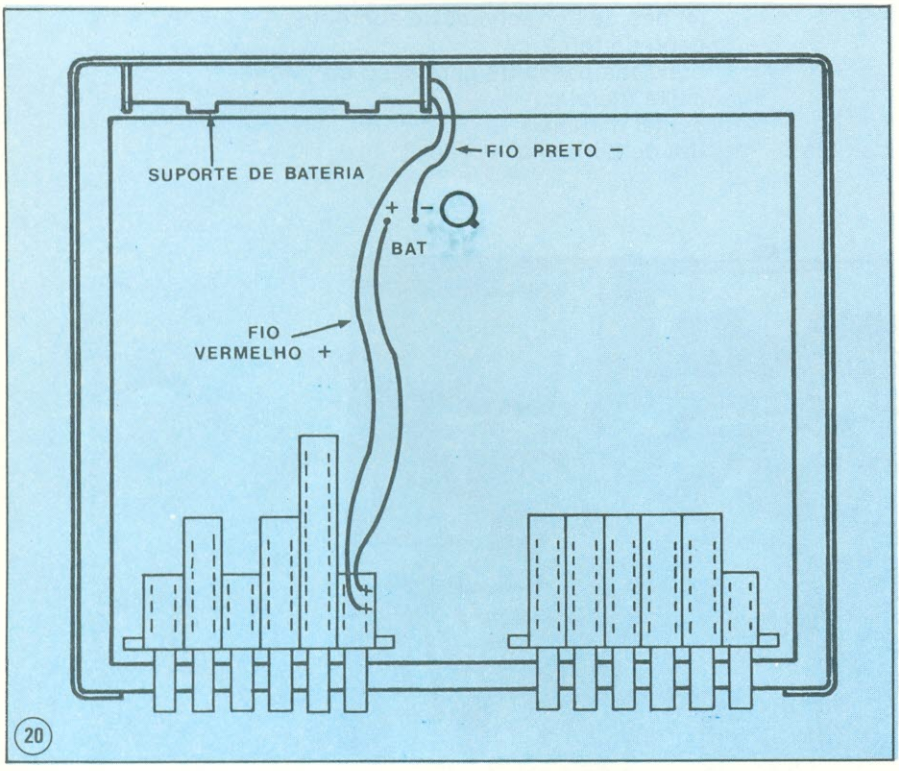

18

Relação de material

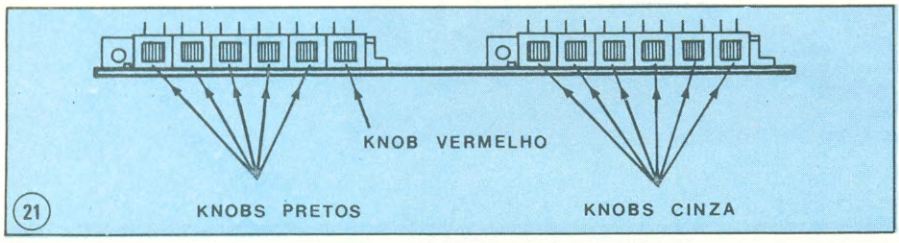
Circuitos integrados
CI1 — 7805
CI2 — CA3130
CI3 — ICL7107
Transistores
Q1 — BC161 ou equivalente
Q2 — BC557, 2N4249 ou 2N4250
Q3 — BC237 ou equivalente
Diodos
D1, D2, D3, D4, D5, D6, D10, D11, D17,
D18 — 1N4001 ou equivalente
D7 — 1N752 ou equivalente
D8, D9, D12, D13, D14, D15, D16, D19,
D20, D21, D22 — 1N4148 ou equivalente
D23 — 1N754 ou equivalente
DS1, DS2, DS3, DS4 — TIL 312
Resistores
TP1 — 1 k ohm, 15 voltas
TP2 — 50 k ohms, 15 voltas
R1 — 22, 1 W (vermelho-vermelho-preto)
R2, R4, R27 — 4,7 k (amarelo-violeta-vermelho)



19



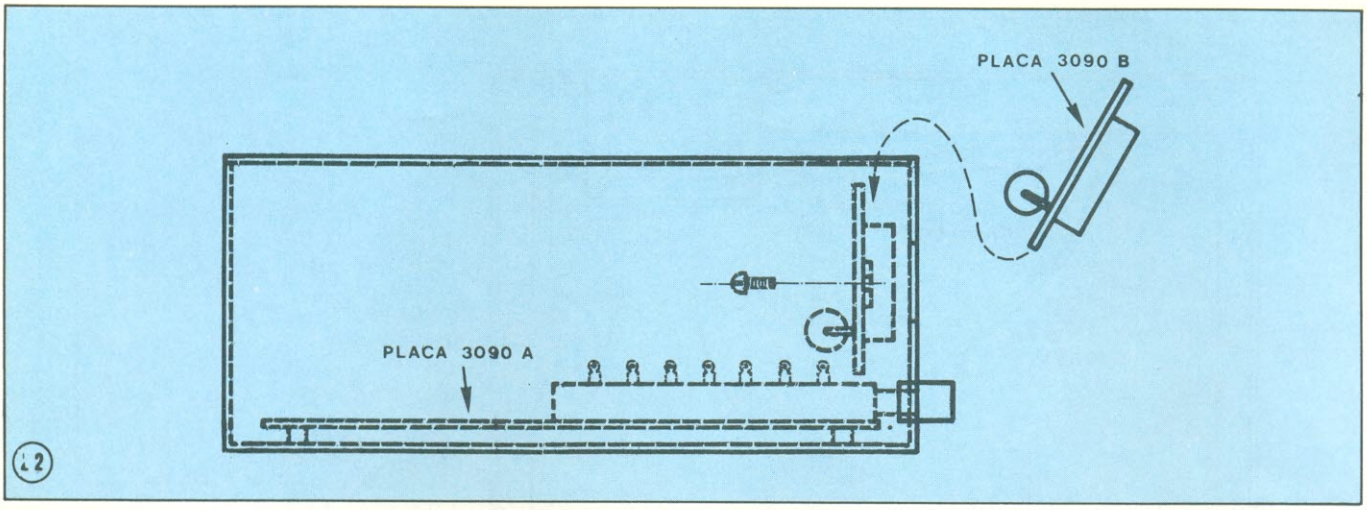
20



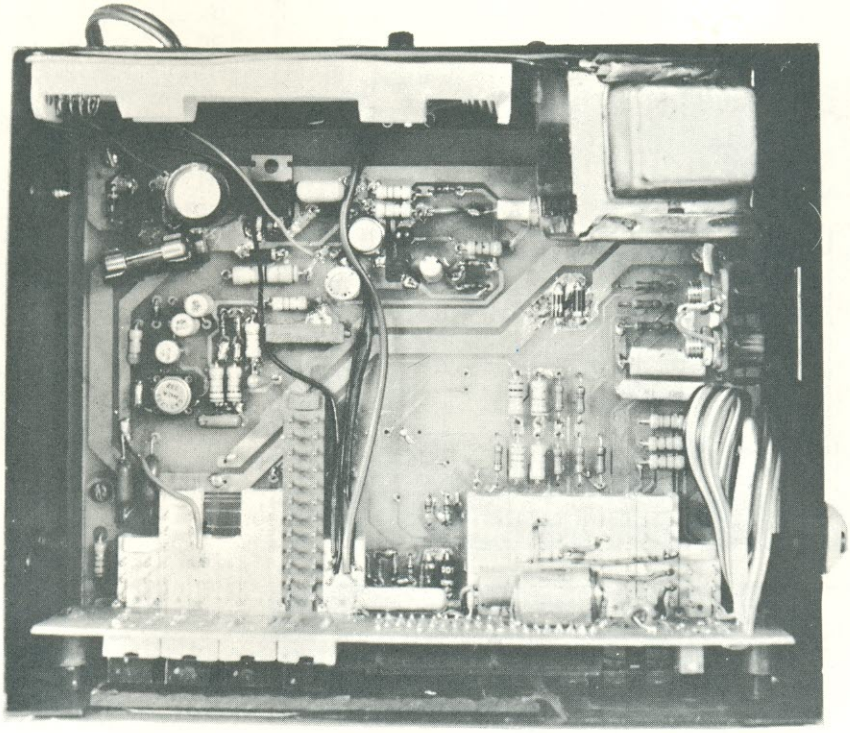
21

R3, R26, R32, — 47 k (amarelo-violeta-laranja)
R5, R13 — 1 k, 1 % (marrom - preto-vermelho-marrom)
R6, R22 — 100, 1 % (marrom-preto-marrom-marrom)
R7 — 10, 1 % (marrom-preto-preto-marrom)
R8 — 1 ohm, 1 %, 1W
R9 — 0,1 ohm, 1 %, 2 W
R10, R11, R12, R29 — 470 (amarelo-violeta-marrom)
R14 — 7,5 k, 1 % (violeta-verde-vermelho-marrom)
R15 — 1,5 k, 1 % (marrom-verde-vermelho-marrom)
R16 — 75 k, 1 % (violeta-verde-laranja-marrom)
R17 — 15 k, 1 % (marrom-verde-laranja-marrom)
R18, R19 — 1,8 M, 1 % (marrom-cinza-verde-marrom)
R20 — 7,5 M, 1 % (violeta-verde-verde-marrom)
R21 — 1,5 M, 1 % (marrom-verde-verde-marrom)
R23 — 470 k (amarelo-violeta-amarelo)
R24, R25 — 10 k (marrom-preto-laranja)
R28, R30 — 1 M (marrom-preto-verde)
R31 — 100 k (marrom-preto-amarelo)
Todos os resistores em ohms, 1/4 W, exceto onde especificado.

Capacitores
C1 — 1000 µF/16 V (eletrolítico)
C2 — 0,1 uF, 0,15 µF ou 0,18 µF (schicko)
C3 — 100 µF/16 V



C5, C6, C7, C8 — 10 µF/16 V (eletrolítico)
C4 — 1 nF (cerâmico)
C9 — 100 nF (poliester metalizado)
C10 — 10 µF/16 V (tântalo)
C11 — 120 pF (stiroflex ou plate)
C12, C13 — 0,047 µF/630 V
C14 — 100 pF (plate ou stiroflex)
C15 — 0,47 µF (poliester metalizado)
C16 — 0,22 µF (poliester metalizado)
C17 — 0,01 µF (stiroflex)
C18 — 0,1 µF (poliester metalizado ou sitiroflex)
Transformador
110/220 V, 0 — 6,5 V, 400 mA
L1 indutor
Chaves
S10, S20, S30, S40, S50, S60 — chave tipo tecla alps
S11, S21, S31, S41, S51, S61 — chave tipo tecla alps
S72 — chave H-H bipolar sem haste
Conectores
(2) bornes tipo banana de cores diferentes
Diversos
(12) **knobs** para chave tipo tecla
1/2 metro de fio blindado 22 AWG
1/2 metro de cabo de 18 veias 22 AWG
Placas de circuito impresso NE3090 A e B
(80) pinos molex
(4) pés de borracha curto-aderentes
cabo de força
borracha passante para cabo de força
caixa metálica
painel metálico
tira de borracha



2ª LIÇÃO

CURSO RÁPIDO DE TRANSFORMADORES

Veremos, nesta lição, o princípio de funcionamento do transformador.

Tivemos, no mês passado, uma pequena introdução ao eletromagnetismo, de forma a assimilarmos melhor a teoria dos transformadores. Vamos ver, agora, a indução eletromagnética e como ela é importante no funcionamento do transformador.

Você deve se lembrar que, na lição anterior, falamos de imãs e fizemos uma associação dos mesmos com as bobinas, pois ambos produzem linhas de fluxo magnético, que "deixam" o polo norte e "entram" no polo sul. Foi assim que pudemos ver que ao se fazer passar uma corrente por um fio enrolado, chamado de bobina, é possível criar as mesmas linhas de fluxo que temos nos imãs. Acontece que em todos os exemplos mostrados a corrente era vista correndo num só sentido e era considerada constante; em conseqüência, ocorria a mesma coisa com as linhas de fluxo: elas permaneciam constantes e com uma só orientação, como nos imãs.

Tudo o que vimos foi, em resumo, como criar um campo magnético a partir de uma corrente elétrica. Vamos ver agora se é possível fazer o contrário, isto é, produzir uma corrente elétrica a partir de um campo magnético.

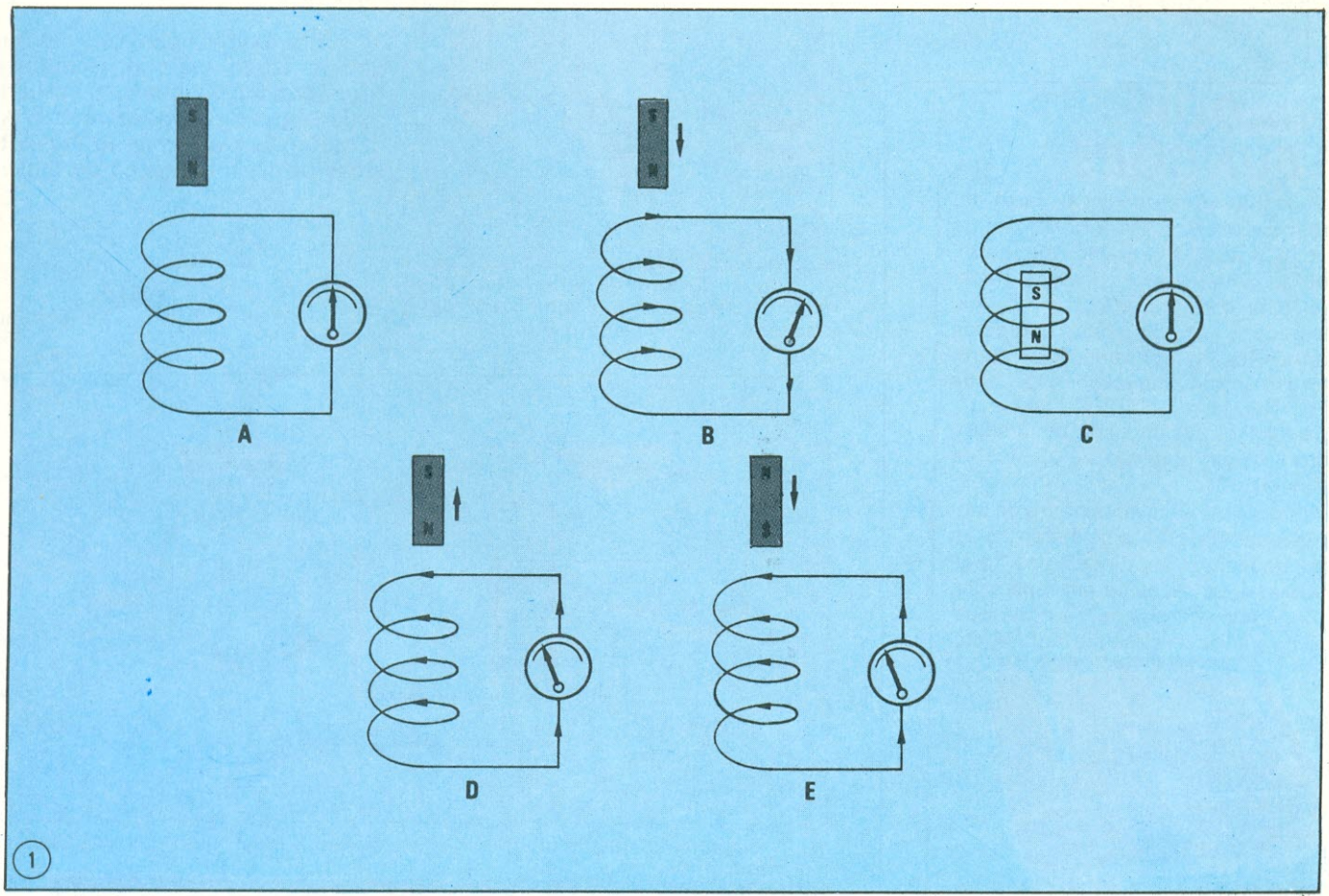
A indução eletromagnética

O que acontece se colocarmos um imã ao lado de uma bobina desligada? Será que as linhas de fluxo do imã vão induzir alguma corrente na mesma? Para obtermos a resposta, basta uma simples experiência. Pegamos um fio, enrolamos em forma de bobina e ligamos suas pontas a um amperímetro sensível; depois, por meio de um imã qualquer, fazemos alguns testes.

Observe as várias fases da experiência, na figura 1. Em (a), já é possível tirar alguma conclusão: o imã está imóvel, próximo à bobina, e o amperímetro não registra nenhuma corrente pela bobina. Aproximando rapidamente o imã da bobina, como em (b), vemos que o amperímetro dá um ligeira indicação de corrente. Quando o imã para, entretanto, o instrumento volta a indicar zero, mesmo que o imã esteja dentro da bobina (figura (c)). Se retirarmos o imã, o amperímetro indica uma nova corrente, que corre no sentido contrário da anterior (isso pode ser visto pelo ponteiro do instrumento, que se deslocou em sentido contrário); esta fase aparece na figura (d).

A figura (e), por fim, está aí para ser comparada com a figura (b). Você consegue perceber qual a diferença entre as duas?

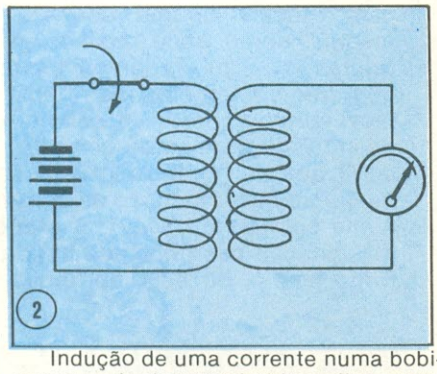
Vamos agora tirar nossas conclusões. A primeira coisa que pudemos observar foi que apenas a presença da linhas de fluxo nas vizinhanças da bobina não é suficiente para induzir alguma corrente na mesma, como ficou provado pelas figuras (a) e (c). Pudemos ver também que somente quando o imã se movimentava, perto da bobina, era quando surgia alguma corrente nela. O que se pode deduzir disso é que, para haver indução de corrente numa bobina, é preciso haver alguma variação nas linhas de fluxo em torno do fio, ou seja, as linhas de



Indução de uma corrente numa bobina através da agitação de um imã em suas proximidades.

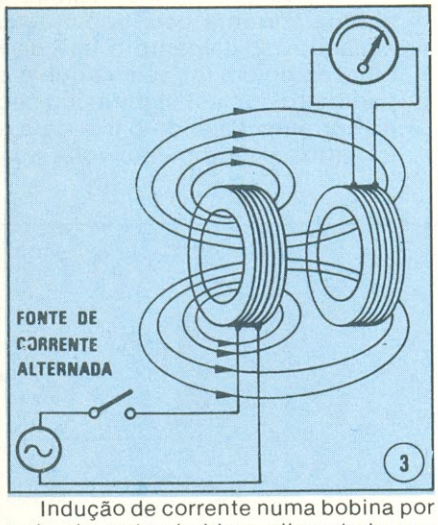
fluxo devem "cortar" o condutor da bobina. Quanto ao esquema da figura (e), conclui-se que o sentido da corrente na bobina depende do sentido das linhas de fluxo (observe que o imã, aí, está invertido em relação ao da figura (b)).

Bem, sabemos agora que um imã pode induzir correntes numa bobina. Então, uma bobina ligada a uma pilha deve ser capaz de fazer a mesma coisa; mas, ao invés de ligarmos a pilha a uma bobina e ficarmos sacudindo-a ao lado de outra bobina ligada a um amperímetro, vamos fazer algo um pouco mais cômodo, conforme indica a figura 2. Simplesmente ligamos uma chave entre a pilha e a bobina, que ao ser aberta e fechada provoca o mesmo resultado de um imã sendo agitado ao lado da bobina. Isto ocorre porque, ao ser ligada a chve, o campo magnético na bobina da esquerda vai crescer até atingir seu valor máximo e estabilizar, permitindo que as linhas de fluxo "cortem" as voltas da bobina da direita. Da mesma forma, quando a chave é desligada, o campo cai de seu valor máximo até desaparecer, fazendo com que as linhas de fluxo "cortem" novamente a bobina da direita.



Indução de uma corrente numa bobina por meio de outra bobina, alimentada por uma pilha.

Bem, então, podemos concluir que qualquer tensão variável, que naturalmente vai produzir um campo magnético variável numa bobina, poderá ser utilizada para induzir corrente em uma outra bobina. Uma tensão alternada é uma tensão variável, portanto...



Indução de corrente numa bobina por meio de outra bobina, alimentada por uma fonte de tensão alternada.

Observe a figura 3. Duas bobinas estão colocadas lado a lado, uma delas ligada a uma fonte de corrente alternada e a outra, a um amperímetro sensível. Como a corrente alternada vai fazer variar o campo magnético da bobina, as linhas de fluxo vão "cortar" periodicamente o fio da outra bobina, induzindo uma corrente na mesma; isto pode ser comprovado pela indicação do amperímetro.

Daí para o transformador é um pulo. A diferença básica é o acoplamento magnético das bobinas por meio de um núcleo de material permeável ao fluxo, que permita uma melhor transferência do campo magnético de uma bobina à outra, como já havíamos comentado no primeiro artigo desta série. Observe a figura 4, que mostra um diagrama esquemático com que se costuma representar um transformador. A bobina onde se aplica a tensão alternada que se quer transformar é chamada de **enrolamento primário** ou simplesmente **primário**; e a bobina onde se obtém a tensão alternada, já reduzida ou elevada, é chamada de **enrolamento secundário** ou apenas **secundário.**

Na próxima lição, nos aprofundamos ainda mais no estudo do transformador, quando veremos mais alguns detalhes sobre sua construção e algumas fórmulas básicas de transformação de tensão.

(continua)

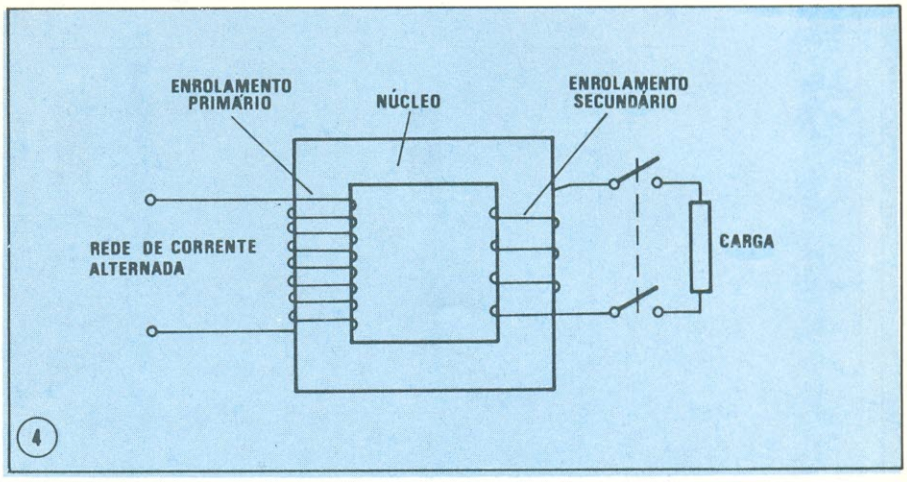


Diagrama esquemático de um transformador, mostrando todos os seus elementos.

GERADOR DE FUNÇÕES

Especificações técnicas: faixa de freqüência, 0,1 Hz a 100 KHz; formas de onda: senoidal, quadrada, triangular, dente de serra, pulsos; nível de saída, até 5 VCC; corrente, até 50 mA; impedância de saída, 50 ohms (protegida contra curto-circuito); variação, 1 dB; distorção de senóide, menor que 1% de 20 a 20 KHz.

Tempo de subida onda quadrada e pulso: 0,25 us; precisão de ajustes de freqüência, 1%.

Aplicações: no levantamento de curvas de resposta, curvas de distorção em áudio, na localização de estágios defeituosos para os técnicos em reparação, como gerador de pulsos ou onda quadrada na análise de circuitos digitais, etc.

KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais
À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

TABELA DO MÊS

fusos horários

Hora do meridiano de Greenwich. Londres, Inglaterra.	Europa Central. Berlim, Genebra, Estocolmo, Viena.	Europa Oriental. Atenas, Cidade do Cabo, Cairo, Moscou.	Arábia, Armênia, Etiópia, Madagascar.	Ilha Maurício, Irã, Ilhas Reunião.	Rússia Central, Bombaim, Índia.	Calcutá, Novosibirsk, Rússia, Tibet.	Sumatra, Tailândia, Laos.	Filipinas. Perth, Austrália.	Austrália Central. Tóquio, Japão.	Austrália Oriental. Melbourne, Sidnei.	Nova Caledônia. Nova Zelândia.
00:00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01:00	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia
02:00	3	4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13
03:00	4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14
04:00	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15
05:00	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16
06:00	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17
07:00	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18
08:00	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19
09:00	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20
10:00	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11:00	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
12:00	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13:00	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite
14:00	15	16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1
15:00	16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2
16:00	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3
17:00	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4
18:00	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5
19:00	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6
20:00	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7
21:00	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8
22:00	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8	9
23:00	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Uma tabela que certamente agradará muito aos radioamadores e aos entusiastas de DX.

Linha Internacional da Hora. Ilhas Fiji.	Nome, Alasca. Ilhas Samoa.	Havai. Ilhas Midway.	Alasca Oriental. Dawson.	Hora Padrão do Pacífico. Los Angeles, Seattle, Juneau.	Hora Padrão das Montanhas. Calgary, Denver, Fenix.	Hora Padrão Central. Chicago, Costa Rica.	Hora Padrão Oriental. Montreal, Nova Iorque, Peru.	Hora Padrão do Atlântico. Argentina, Nova Escócia.	Groelândia.' Rio de Janeiro, Brasil.	Açores.	Islândia. Ilhas Canárias.
meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1
15	16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2
16	17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3
17	18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4
18	19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5
19	20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6
20	21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7
21	22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8
22	23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8	9
23	meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
meia-noite	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13
3	4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14
4	5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15
5	6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16
6	7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17
7	8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18
8	9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19
9	10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20
10	11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20	21
11	meio-dia	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Supermercado

NOVO SISTEMA DE COMÉRCIO EM ELETRÔNICA

CIRCUITOS INTEGRADOS

PHILCO

TBA 120	89,60
TBA 520	108,90
TBA 530	93,00
TBA 540	138,60
TBA 560	138,60
TBA 800	72,00
TBA 810	79,10
TBA 810 C/DISSIP.	89,10
TBA 820	100,00
TB 1441	50,00
TDA1005	50,00
TDA1006	50,00

TTL

7400	13,80
7401	13,00
7402	10,00
7403	14,40
7404	14,40
7405	14,40
7406	16,50
7407	14,40
7408	14,40
7409	14,40
7410	13,80
7411	17,90
7412	14,40
7413	25,00
7414	50,00
7416	19,60
7420	13,80
7421	21,00
7423	16,80
7425	16,80
7426	17,50
7427	18,50
7430	13,80
7432	18,50
7437	21,70
7442	36,00
7445	50,00
7446	55,00
7447	52,40
7451	14,40
7470	24,90
7472	20,20
7473	22,90
7474	22,90
7475	31,30
7486	22,90
7490	32,10
7492	32,10
7493	24,00
7496	42,50
7497	130,00
74121	23,60
74122	25,80
74123	28,00
74141	37,20
74151	48,40
74154	120,00
74155	48,40
74157	48,40
74161	50,00
74163	50,00
74164	45,50
74175	50,00
74192	62,20
74193	62,20

C-MOS

4000	12,20
4001	20,00
4002	20,00
4007	20,00
4010	40,00
4011	29,00
4013	40,00
4014	50,00
4016	24,00
4017	50,00
4020	80,00
4021	72,80
4023	17,00
4024	58,00
4025	22,00
4049	52,00
4066	44,00
4069	29,00

LINEARES

LM301	24,80
LM308TC	56,00
LM308HC	40,20
LM309	150,00
LM339	54,00
LM380	62,20
LM741	22,00
LM1310	57,00
LM3900	44,00
NE555	19,00
NE565	170,00
NE566	132,90
NE567TC	90,00
NE567CN	90,00
NE567CH	233,70
uA709TC	16,00
uA709PC	38,00
uA709HC	41,00
uA710HC	38,00
uA710PC	41,20
uA711HC	62,40
uA711PC	51,40
uA723HC	31,50
uA723CN	31,50
uA741CH	52,70
uA742HC	74,50
uA742PC	43,00
uA758	62,00
uA1458	46,40
uA7805	80,30
uA7806	84,00
uA7812	84,00
uA7815	84,00
uA7912	84,00
uA7915	84,00

TRANSISTORES

AC187	16,50	BC337	8,00	BF337	18,00	TIP115	30,00
AC187K	20,00	BC338	8,00	BF494	18,00	TIP120	32,00
AC188	16,50	BC546	7,50	BF495	8,00	TIP121	36,00
AC188K	20,00	BC547	7,50	BO52	70,00	TIP122	40,00
AC187/188K	30,00	BC548	7,50	BO63	180,00	TIP126	40,00
AD149	70,00	BC549	7,50	BU105	90,00	TIP127	44,00
AD161	50,00	BC557	7,50	BU204	50,00	2N1000	8,00
AD162	50,00	BC558	7,50	BU205	84,00	2N1711	30,00
AD161/162	100,00	BC559	7,50	BU208	114,00	2N2222A	30,00
AR17	14,50	BD135	22,00	EM1002	7,00	2N3054	45,00
AR38	12,00	BD136	22,00	EM3001	3,60	2N3055	36,00
BC107	12,00	BD137	22,00	MEU21	13,00	2N2646	30,00
BC108	12,00	BD138	22,00	MPU121	15,00	2SB54	15,00
BC109	15,00	BD139	22,00	MJE340	25,00	2SB56	12,00
BC140	25,00	BD140	24,00	MJE2361	35,00	2SB75	12,00
BC141	25,00	BD329	22,00	MJE2961	35,00	2SB172	12,00
BC147	10,00	BD361	30,00			2SB173	12,00
BC148	10,00	BD362	30,00	TIP29	19,00	2SB337	58,00
BC149	10,00	BF167	15,00	TIP30	22,00		
BC160	25,00	BF173	15,00	TIP31	18,50	PHILCO	
BC161	25,00	BF180	24,00	TIP32	22,00	PA6003	13,00
BC237	7,00	BF194	7,00	TIP41	22,40	PB6004	17,00
BC238	7,00	BF195	10,00	TIP42	28,00	PB6013	12,60
BC239	7,00	BF198	7,00	TIP47	24,00	PB6015	12,60
BC307	7,00	BF199	10,00	TIP48	24,00	PD1001	11,00
BC308	7,00	BF200	12,00	TIP50	30,00	PE1004	9,80
BC309	7,00	BF254	7,00	TIP110	25,00	PE1008	9,80
BC327	8,00	BF255	7,00	TIP111	28,00	PM1001	8,00
BC328	8,00	BF324	18,00	TIP112	50,00	PM1002	8,00

VÁLVULAS

VÁLVULAS SYLVÂNIA

IG3GT/1B3GT	127,00
1S2/DY87	150,00
4HA5/PC900	130,00
5U4GB/5AS4A	128,00
6AU4/GTA	135,00
6AV6	135,00
6BA6	135,00
6BE6	140,00
6BQ5/EL84	135,00
6CG7/6FQ7	135,00
6CG8A	140,00
6CS6	143,00
6CW5/EL86	152,00
6EC4/EY500	188,00
6FM7	170,00
6GK5	135,00
6JB6	245,00
6JC8	135,00
6JZ8	170,00
6L6GC	220,00
6LM8A	135,00
6VGT	135,00
6X4	135,00
9JW8/PCF802	135,00
11BQ11	255,00
11LT8	180,00
12AV6	135,00
12BA6	135,00
12BE6	135,00
12DQ6/12GW6	220,00
15BD11A	235,00
15DQ8	151,00
17C5	135,00
17DQ6B/17GW6	210,00
17JZ8	170,00
18GV8/PCL85	186,00
19AU4GTA	120,00
23Z9	205,00

VÁLVULAS IMPORTADAS

3CS6(GE)	40,00
4E7(TOSH)	40,00
5GH8(ALFA)	20,00
6CL8(NEC)	40,00
6CN7(GE)	60,00
6FM5(TOSH)	80,00
6LJ8(NEC)	80,00
11AR11(GE)	140,00
12BH7(GE)	40,00

VÁLVULAS IBRAPE

ECC82	75,00
ECC83	92,00
ECF80	100,00
ECL82	95,00
ECL805	144,00
EF183	85,00
EF184	85,00
LCF801	98,00
PCF80	90,00
PY88	95,00
PY500	260,00
3DC3	155,00
6CG3	161,00
8GT7/PCF801	100,00
12AU7	100,00

ESTOJO

ESTOJO COM 80 CIs MAIS POPULARES 600,00
ESTOJO VAZIO COM 13 DIVISÕES 137,50

MOLEX

25 PINOS	25,00
50 PINOS	48,00
100 PINOS	90,00

CAPACITORES

TEMOS EXTENSA GAMA DE VALORES DE CAPACITORES ELETROLÍTICOS, CERÂMICOS, TÂNTALO E DE POLIÉSTER AOS MELHORES PREÇOS

RESISTORES

DE 1/8W E 1/4W	0,60
DE 1/2W E 1W	1,30
TRIMPOTS	
DE 100 ohms A 4,7 M	7,00
MULTITURNS 20 GIROS	
DE 470 ohms A 470 K	28,00

DIODOS

1N60	GERMÂNIO	50V- 40mA	3,00
1N914	COM.RÁPIDA	75V-200mA	2,00
1N4148	" "	75V-200mA	3,80
BA216	USO GERAL	10V- 75mA	2,50
BA218	USO GERAL	50V- 75mA	3,00
BA220	REG.BX.TENSÃO	50V-200mA	3,50
BA315	USO GERAL	5V-100mA	3,00
BA318	" "	50V-100mA	3,50
BAX13	COM.RÁPIDA	50V- 75mA	3,20
BAX17	USO GERAL	200V-200mA	3,60
OA95	GERMÂNIO		7,50
1N4001	RETIFICADOR	1A- 50V	3,80
1N4002	"	1A-100V	4,20
1N4003	"	1A-200V	4,70
1N4004	"	1A-400V	5,50
1N4005	"	1A-600V	6,50
1N4006	"	1A-800V	7,10
1N4007	"	1A-1000V	8,10
PONTE RET.SEMIKRON		2A- 80V	55,00
PONTE RET.SKB		1,2/04	45,00
RET.ALTA TENSÃO TV 18			58,00
DIODOS ZENER 0,5W DE 3,6V A 33V			6,80
DIODOS ZENER 1W DE 3,6V A 33V			9,90

TIRISTORES

THY/SCR

TIC106A	5A	100V	32,50
TIC106B	5A	200V	33,50
TIC106D	5A	400V	46,50
TIC106E	5A	500V	50,00
TIC116B	8A	200V	48,00
TIC116D	8A	400V	66,50
TIC116M	8A	600V	94,00
TIC126B	12A	200V	56,50
TIC126D	12A	400V	77,00
TIC126M	12A	600V	105,00

TRIAC

Q2003LT	3A	200V	55,80
Q4003LT	3A	400V	61,50
TIC216B	6A	200V	37,00
TIC216D	6A	400V	57,00
TIC226D	8A	400V	54,00
TIC236B	12A	400V	63,00
TIC236D	12A	400V	71,00
TIC246D	16A	400V	80,00
TIC253B	20A	200V	138,00
TIC253E	20A	500V	200,00

DIAC GT32 15,90

RELÉS

SCHRACK ZL900000 30,00

CETEISA

SUGADOR DE SOLDA LSM-5	210,60
SUGADOR DE SOLDA LSM-4	245,70
BICO P/ SUGADOR DE SOLDA	47,80
INJETOR DE SINAIS IS-1	160,00
FONTE ESTABILIZADA DC-FE-1	1.077,00

SP-1

SUPORTE PARA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO SP-1 182,50
SUPORTE PARA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO SP-2 154,50

PERFURADOR DE PLACA PP1	589,70
PERFURADOR DE PLACA PP2	322,90
SUPORTE P/ FERRO DE SOLDAR SF-50	84,30
CANETA NIPO-PEN NP-6	218,40
TINTA NIPO-INK BNI-6	40,00
TRAÇADOR DE SINAIS TS-20	403,70
CORTADOR DE PLACA CCI-30	161,50

OPTOS

ACOPLADORES ÓTICOS	4N33	78,00
	FCD810	71,50
	FCD820	76,00
LEDs FLV-110 GRANDES - VERMELHO		12,00
VERDE		16,00
LARANJA		16,00
AMARELO		16,00
LEDs FLV-110 PEQUENOS - VERMELHO		8,00
VERDE		12,00
LARANJA		12,00
AMARELO		12,00
SUPORTE PARA LED GRANDE		4,50
DISPLAY DE 7 SEGMENTOS - FND-560		90,00
NUMICATOR		35,00

AUTO-RÁDIO E TOCA-FITAS

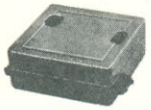
BELTEK MOD.510 4.290,00

KITS IBRAPE

M-110 MÓDULO AMP. DE POT. 10W	480,00
M-150	1.078,00
M-201 PRÉ AMPLIFICADOR MONOF.	623,70
M-302 AMP. DE 1,7W C/ FONTE	554,00
M-320 AMP. EST.10W POR CANAL	1.509,20
M-350 AMP. EST.25W POR CANAL	1.771,00

KITS IDIM

05-LUZES PSICODÉLICAS (110-220 V) 644,00



07-ANTI-ROUBO DE AUTOMÓVEIS (12V) 658,00

09-IGNIÇÃO ELETRÔNICA (12V)	1.538,60
11-AMPLIFICADOR 10W (110V)	659,40
12-AMPLIFICADOR 15W (12V)	760,20
13-ALERTA ACÚSTICO DE VELOCIDADE	560,00
15-MULTIMODOS LUMINOSOS(110-220V)	994,00
SIRENE ELETRÔNICA (MONTADA)	793,40
MAGICOLOR 2400	4.489,10
SIRENE COMUM	180,00
SIRENE BITONAL	270,00
AMPLIFICADOR TBA820 (2W)	270,00

SPRAYS AEROFIL

CONTACMATIC (LIMPA CONTATOS)	134,70
SILIMATIC (LOCALIZA FALHAS)	134,70
COOLERMATIC (LUBRIFICA A SECO)	138,00
THERMATIC	27,50
PENETRIN	76,50
PENETROL (LUBRIFICANTE)	76,50
SPRAYON (LIMPA DISCO)	65,00
SPRAYON (LIMPA CABEÇA GRAVAÇÃO)	78,00

FERRITES

FR1	6,2 x 50 mm	4,40
FR2	4 x 12 mm	6,80
FR3	4 x 13 x 54 mm	6,80
FR5	8,3 x 109 mm	12,60
FR8	10 x 100 mm	14,60
FR9	8 x 120 mm	12,80
FR10	10 x 120 mm	16,60
FR11	10 x 140 mm	19,80
FR12	8 x 140 mm	14,00
FR13	10 x 160 mm	19,70
FR14	10 x 180 mm	26,00
FR15	10 x 200 mm	29,60
FR17	4 x 12 x 120 mm	11,40
FR18	8 x 190 mm	15,50

FERROS DE SOLDAR

ENER 00 - 24W/120V	89,60
0 - 28W/120 OU 220V	102,40
2 -100W/120V	191,00
8 - 35W/115 OU 220V	104,00
9 - 26W/120 OU 220V	104,00
MUSSI 100W/110V	110,00

TEMOS PONTEIRAS E RESISTÊNCIAS A BONS PREÇOS

SOLDA BEST

189M10	CARRETEL DE 1/2 Kg	358,00
189M15	" " "	358,00
212M15	" " "	307,00
235M15	" " "	202,00
267M15	" " "	156,70
11D AZUL - CARTELA C/ 2m		20,00

VÁRIOS

AMPLIFICADOR "BOOSTER" LB5	500,50
AMPLIF.ESTEREO P/ CARRO TELESTASI 50W	1.080,00
CARREG.BATERIAS ANSER (MONTADO)	1.089,00
CARREG.BATERIAS (KIT)	790,00
CONVERSOR DE VHF 110/220V LB2	474,50
CONVERSOR 110/220V SIMPLES P12 36W	490,00
CONVERSOR 6/12V-P1 36W	524,00
CONVERSOR DE UHF LB2	465,00
CONVERSOR 110/220-P/ 6/12 Vcc	564,00
CONVERSOR 110/220-P/ 12 Vcc 3A	460,00
ELIMINADOR 6-7,5-9V P/ CALCULADORA	158,00
ELIMINADOR 110/220V 3-4-5-6V P2	182,00
" " 6-7,5-9V P2	182,00
" " 3-4,5-6V P4	182,00
" " 6-7,5-9V P4	182,00
" " 6-7,5-9V P5	187,00
" 110V - 12V	158,00
FONTE DE ALIMENTAÇÃO PX LMP	1.852,00
INJETOR DE SINAIS MENTA	220,00

MÓDULOS P/ RELÓGIO M1022 470,00
MÓDULOS P/ RELÓGIO M1023 480,00

KNOBS VÁRIOS MODELOS
ROLOS PRENSORES,BUCHAS E CORREIAS PARA GRAVADORES
PILHAS E SUPORTES DE PILHAS (VÁRIOS MODELOS)

AMPLIKAR mobile discotheque

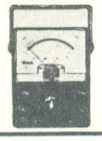
AMPLIFICADOR ESTÉREO COM LUZ RÍTMICA PARA CARRO
KIT 60W 825,00
KIT 80W 985,00
MONTADO 60W 925,00

INCTEST

GERADOR DE SINAIS GST-2	1.040,00
PROVADOR DE DIODOS E TRANSISTORES PDT-2	810,00
PROVADOR DE FLY-BACK E BOBINAS DEFLETORAS PF-1	776,00

MULTITESTES

DIGITAL SIMPSON MOD. 461 11.212,50



MULTITESTE ICEL

SK20	980,00
SK100	2.156,00
SK110	1.090,00
SK140	806,40
SK170	604,80
SK7000	2.374,00

REGULADORES DE VOLTAGEM

TELEVOLT

RVTC - 350	AUTOMÁTICO	1.417,50
RVTC - 350	AUTOMÁTICO	1.806,00
STC1 - 300	AUTOMÁTICO	1.659,00
STC2 - 300	AUTOMÁTICO	1.659,00
STC3 - 390	AUTOMÁTICO	1.898,40
STC4 - 390	AUTOMÁTICO	1.898,40
SV-1 - 300	AUTOMÁTICO	1.267,40
SV-2 - 300	AUTOMÁTICO	1.267,40
RM-1 - 300	MANUAL	451,50
RM-2 - 300	MANUAL	510,30

FITAS ADESIVAS 0,2mm x 19mm

ROLOS DE 5m - PRETA,AMARELA,AZUL	12,00
ROLOS DE 10m - PRETA	20,50
ROLOS DE 20m - PRETA	37,00

FUSÍVEIS

TEMOS GRANDE VARIEDADE A PREÇOS EXCELENTES

OS MAIS BAIXOS PREÇOS!

RADIOSHOP

RUA VITÓRIA, 339 - CEP 01210 - SÃO PAULO - SP
TEL. 221-0213 (Inform. e pedidos) - 221-0207 (Escritório)

FILIAL CURITIBA
Av. Visconde de Guarapuava, 3361

MALITRON

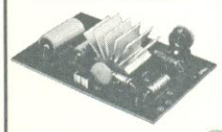
MALIPROBE
PROVADOR TTL 498,00
MALIDECK 6.000,00

GERADOR DE CONVERGÊNCIA TV-815
GERA 12 FIGURAS DE SELEÇÃO DIGITAL
1.800,00

MALIDRIL-MINIFURADEIRA	325,00
MALIPOWER MP10-CONV.12 V-850 mA	260,00
MALIPOWER MP20-CONV.12V-1A	360,00
MALIDRIL + MALIPOWER - CONJUNTO	550,00
MALIGRAF + RECARGA - CANETA PARA CIR. IMPRESSO	97,00
RECARGA PARA MALIGRAF	33,00
PASTA TÉRMICA-POTE 70g	77,00
MALIKIT MK-III-(LABORATÓRIO PARA CIRCUITO IMPRESSO)	540,00
FOTOMALIKIT-LABORATÓRIO FOTOGR. PARA CIRCUITO IMPRESSO	650,00
PERCLORETO DE FERRO 200 g	45,00
PERCLORETO DE FERRO - 1Kg	101,70
PRATEX-PRATEADOR P/ CIRC.IMP.	40,00
REVELTRON-REVELADOR P/ FILMES	48,10
FIXOTRON-FIXADOR DE FOTOLITO	48,10
SENSINIL-EMULSÃO FOTOSSENSÍVEL	115,40
REVENIL-REVEL. DE EMULS. FOTOSSENS.	77,00
ACINIL-GRAVADOR DE CIRC.IMPRESSO	67,80
FILMES P/ FOTOLITO (2 FOLHAS)	67,30
MALISSOLDER-VERNIZ P/ CIRC.IMPRESSO	59,00

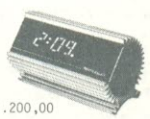
CONTACT-CLEANER 96,00

TV-JOGO CANAL 14
COM 6 JOGOS
KIT C/ INSTRUÇÕES DETALHADAS 1.050,00



MÓDULO DE AMPLIFICADOR
10W - IC10
MONTADO 350,00
KIT 326,00

MALICLOCK
RELÓGIO DIGITAL DE ALTA QUALIDADE COM DESPERTADOR.
MONTADO Cr$ 1.300,00



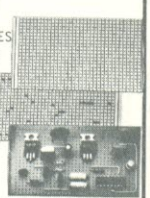
FONTE REGULÁVEL MP100 1.200,00

LABORATÓRIO ELETRÔNICO JR.
PERMITE A MONTAGEM SEM SOLDA, DE 10 EXPERIMENTOS
*PARA PRINCIPIANTES
*E PARA LAZER
360,00

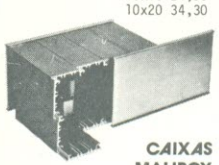
MALIBOARD

PLACA PADRÃO DE CIRC.IMPRES

DIMENSÕES	S/COBRE	C/COBRE
100 x 95	29,10	42,80
200 x 95	49,10	71,90
300 x 95	76,00	111,30
450 x 95	116,90	171,20
100 x 47	14,60	21,40
200 x 47	24,50	35,90
300 x 47	38,00	55,60
450 x 47	58,40	85,60



BROCAS P/ MALIDRIL 32,00
CORTADOR PARA MALIBOARD 44,00
CORTADOR P/ PLACA DE CIRC.IMPRESSO 44,00
CHAPAS DE CIRC.IMPRESSO - 1 FACE
10x10 24,00 15x20 42,80
10x20 34,30 15x30 54,80



CAIXAS MALIBOX

50 x 50 x 25 mm	32,80	50 x 50 x 100 mm	71,90
50 x 50 x 50 mm	51,00	50 x 50 x 150 mm	86,30
100 x 50 x 50 mm	107,00	50 x 50 x 200 mm	102,70
100 x 100 x 50 mm	107,00	50 x 100 x 100 mm	102,70
100 x 100 x 100 mm	168,00	50 x 100 x 150 mm	102,70
100 x 150 x 50 mm	129,80	50 x 100 x 200 mm	152,00
		100 x 100 x 150 mm	174,40
		100 x 100 x 200 mm	205,40
		100 x 150 x 100 mm	182,40
		100 x 150 x 150 mm	232,80
		100 x 150 x 200 mm	273,50
		100 x 200 x 100 mm	224,90
		100 x 200 x 150 mm	267,00
		100 x 200 x 200 mm	328,60
		50 x 150 x 100 mm	133,50
		50 x 150 x 150 mm	164,30
		50 x 150 x 200 mm	205,40

COLAS

THREE BOND

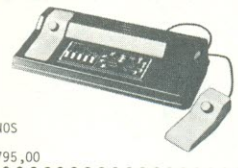
1000	2g ADESIVO INSTANTÂNEO	28,20
1000B	20g ADESIVO INSTANTÂNEO	192,50
1801	180ml ANTI-CORROSIVO	76,40
1402	180ml DESCOBRE DEFEITOS	90,00
1503	80g COLA DE BORRACHA	48,10
COLA SUPER BONDER 3g		39,00
ARALDITE NORMAL		19,90
ARALDITE ULTRA RÁPIDO		20,60

TV-JOGO 10

LANÇAMENTO EXCLUSIVO RADIOSHOP

JOGO PARA TV COM 10 JOGOS:
PAREDÃO - SQUASH - HOCKEY - FUTEBOL
TÊNIS - GRIDBOL - BASQUETE - CESTA
TIRO AO ALVO SIMPLES (UM ATIRADOR)
TIRO AO ALVO DUPLO (DOIS ATIRADORES)

PROJETA MIRAS MÓVEIS NO VÍDEO, COMANDADAS NOS PUNHOS QUE CONTÉM TAMBÉM OS GATILHOS PARA DISPARAR Cr$ 1.795,00



ALTO-FALANTES

NOVIK

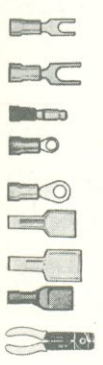
6 FM	4 A 8 ohms	15W		107,00
46FM	4 A 8 ohms	12W		104,50
8 FM	4 A 8 ohms	15W		116,00
46FM-S	4 A 8 ohms	12W		144,00
69FM-S	4 A 8 ohms	15W		176,50
NT2S-P	4 A 8 ohms	30W		151,00
NT2SA-P	4 A 8 ohms	30W		358,00
NT2SB-P	4 A 8 ohms	30W		288,50
6 PES	4 A 8 ohms	40W		326,70
8 PES	8 ohms	35W		260,00
10PES	8 ohms	45W		290,70
12PES	8 ohms	50W		357,50
12PES-W	8 ohms	50W		371,30
WN-12X	8 ohms	80W		819,00
WN-15X	8 ohms	90W		948,00
NT-1F	8 A 16 ohms	30W		78,50
NT-1FE	8 A 16 ohms	50W		108,20
NT-1FS	8 A 16 ohms	90W		190,80
NT-2FS	8 A 16 ohms	40W		94,40
DN-2 DIV.DE FREQ.-3 CANAIS				447,50

POLYBEST

6 CLP	4 A 8 ohms	20W		235,00
69CLP	4 A 8 ohms	25W		251,00
69DLP	4 A 8 ohms	35W		353,00
6DLP	4 A 8 ohms	30W		312,00

TERMINAIS HOLLINGSWORTH

BS 41543F	1,65
BS 41565F	1,65
BS 41653F	1,70
BS 41659F	1,70
BS 41662F	1,70
FP 5337F	3,55
MP 9644SF	3,00
MP 9657SF	3,00
R 4142F	1,65
R 4148F	1,65
R 4158F	1,70
R 4160F	1,70
R 4061F	2,60
SO 5075	4,20
SO 5076	4,20
SO 5077	4,20
SO 5078	4,20
SO 5300	3,75
SO 5305F	3,75
SO 9013SF	2,85
SO 9113SF	2,85
ALICATE H2A	622,50
ESTOJO DE MANUTENÇÃO Nº 82	1.272,70



FIOS E CABOS

CABOS MONO C/ 1,50m	
P2 + JACK DE P2 ENCAPADO EXTENSÃO	76,00
P2 + P2	53,00
P2 + P2 C/ RESISTÊNCIA NATIONAL	57,00
P2 + P4 FORÇA	52,00
P2 + RCA	66,00
P2 + RCA C/ RESISTÊNCIA NATIONAL	70,00
RCA + RCA	74,00
RCA + TOM	70,00
P2 + JACARÉ	74,00
RCA + JACARÉ	78,00
DIN + P2	78,00
DIN + P2 NATIONAL C/RESISTÊNCIA	86,00
DIN + 3P + P2 (ZILOMAG)	82,00
DIN + RCA	86,00
DIN + TOM RCA	86,00
DIN + JACARÉ	90,00
DIN + DIN MONO	90,00
DIN 3P + DIN (ZILOMAG)	90,00
ALTO FALANTE + P2	70,00
ALTO FALANTE RCA	72,00
ALTO FALANTE + JACARÉ	76,00
ALTO FALANTE + DIN	76,00
CABOS C/ 1,50m	
P2 + 2 RCA	102,00
P2 + 2 RCA C/ RESISTÊNCIA	122,00
DIN + 2 ALTO FALANTES	108,00
P2 + 2 ALTO FALANTES	102,00
P2 + 2 P2	98,00
CABOS DUPLOS C/ FIO BLINDADO C/1,50m (FIO PHILIPS)	
2 P2 + 2 P2	112,00
2 RCA + 2 RCA	144,00
2 RCA + 2 TOMADAS DE RCA	144,00
DIN + 2 P2	114,00
DIN + 2 P2 C/ RESISTÊNCIAS	118,00
DIN + 2 P2 GRUDING	120,00
DIN + 2 RCA	124,00
DIN + TOMADAS RCA	124,00
DIN + 2 RCA GRUDING	124,00
2 P2 + 2 RCA	122,00
CABOS C/ 1,80m (FIO 4x26)	
DIN + DIN(PHILIPS) STEREO	118,00
DIN + 4 P2	200,00
DIN + 4 RCA AKAY	232,00
4 RCA + 4 RCA AKAY	272,00
STEREOS C/ 1,50m	
P2 + GUITARRA STEREO	112,00
P2 + CONETOR STEREO	106,00
GUITARRA STEREO + CONETOR STEREO	120,00
RCA + CONETOR STEREO	116,00
DIN + GUITARRA STEREO	120,00
DIN + CONETOR STEREO	116,00
GUITARRA STEREO + 2 RCA FIO	142,00
GUITARRA STEREO + 2 CONET.ST.4x26	232,00
ADAPTADOR FONE STEREO C/0,30	110,00
CABOS ESPECIAIS C/ 1,50m	
P2 + GUITARRA MONO	90,00
P2 + CONETOR MONO	88,00
RCA + GUITARRA MONO	98,00
GUITARRA MONO x GUITARRA MONO	100,00
GUITARRA MONO x CONETOR MONO	98,00
DIN + CONETOR MONO	98,00
DIN + GUITARRA MONO	102,00

CAIXAS ACÚSTICAS

CSR-80W - 8 ohms	2.475,00
CSR-SA 6 110v	698,00
CSR-CX- 76	344,00
CSR-SA-10	1.422,00
CAIXA AMPLIFICADA-10W SIMPSON S-011	998,00

MICROFONES

D- 230B UNIVERSAL	149,00
D- 230PH PHILIPS	149,00
PIEZO DX-190	1.035,00
PIEZO UD-200	1.575,00

CASSETTES VIRGENS

C60 SIMPSON	38,00	C60 BASF	57,00
C60 MAC	33,00	C60 DTK E TKR	40,00
C60 TEMPO	22,50	C60 CSR	19,00
		MAYOSHI	40,00

ESTOJO PARA 13 CASSETTES 47,80
CASSETTE DE LIMPESA MAC 40,00
CASSETTE DE LIMPESA MALITRON 70,70

FONES DE OUVIDO

CS - 1063	480,00
CS - 1319	533,00
FONES DAM 321	420,00
331C	645,00
FONE AGENA	325,00
BOBINA CAPTADORA BCM	146,00

BOBINAS DE ANTENA

VÁRIAS MARCAS 10,00

MOTORES

12 Vcc	60,00
3 Vcc	30,00

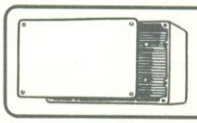
TEMOS MOTORES PARA GRAVADORES

TOCA DISCOS

GALILEU EMA 90 CÁPSULA MAGNÉTICA	4.350,00
GALILEU 85 110V	3.593,00
WINCO 3410 110V	3.375,00
FONOLA SIMPSON 2000	1.050,00

JOTO

REF.	DESIGNAÇÃO	Cr$
5	PORTA FUSÍVEIS TIPO ROSCA-PAINEL	29,00
50	" " " " "	45,50
550	" " " " ENTRE FIOS	11,10
650	" " " " " "	9,70
750	PORTA FUSÍVEIS	8,50
1750	" "	8,30
1352	OLHO DE BOI C/LÂMPADA NEON	62,10
2352	" " " " "	62,10
3352	" " " " "	62,10
5352	" " " MINIATURA C/LÂMPADA FILAMENTO	53,00
61	PINO BANANA 2 mm	6,90
161	" " 3,9mm C/FENDA	6,90
261	" " 3,9mm C/MOLA	10,10
661	" " 2 mm MINIATURA	13,40
1261	" " 3,9mm	31,50
58	BORNES C/ FURO 4 mm	12,40
158	" " " "	12,40
159	" " " "	33,80
657	" " " 2 mm	11,00
67	BORNE TERMINAL C/ ISOLADOR 66	9,70
68	" " S/ ISOLADOR	10,60
75/2	" DE PRESSÃO C/ PLACA 2 BORNES	24,90
75/4	" " " " " 4 "	49,50
96/1	TOMADA BIPOLAR C/ BUCHA FENOLITE	8,90
96/2	" " " "	15,90
96/4	" " " "	33,10
96/6	" " " "	47,20
80	PLUG RCA	19,30
90	TOMADA RCA	20,50
66	GARRA JACARÉ	12,40
266	" "	8,90
566	" "	87,60
766	" "	7,80
65	PINÇAS PARA TESTE (ESTOJO C/ 2 PINÇAS)	343,90
165	" " "	201,00
20	PONTEIRA P OU VM CURTA	17,50
30	PONTEIRA COMPRIDA	27,60
120	PONTAS DE PROVA	63,30
220	" " "	63,30
320	" " "	70,90
100A	CHAVE INVERSORA HH	20,30
101A	" " TECLA PLÁSTICA	19,00
102A	" "	20,30
103A	" "	24,10
1100	MICRO CHAVE INVERSORA	69,00
1101	" " "	72,50
1200	" " "	75,70
1201	" " "	78,40
10100	PUSH BUTTON TIPO CAMPAINHA	35,90
212	CHAVE DE FORÇAS 3 CONTATOS	38,00
212T	" " " " "	38,00
TD-3	TOMADA DIN-3 CONTATOS	13,90
TD-5	" " "	15,70



CAIXAS PLÁSTICAS

PB112-116x78x50 mm 81,00
PB114- 42x90x55 mm 90,50

ANTENAS

ANTENAS OLIMPUS P/ RÁDIO E TV

DESIGNAÇÃO	SECÇÕES	Cr$
SEMP- TR500-502-600	7	44,40
CCE - COLLARO - CR210	7	61,70
CCE - COLLARO -CR259	7	66,80
PHILCO-FM-TRANSGLOBE	9	89,50
MOTORADIO-SHEPARD-ZEPHIR	9	55,10
SEMP-ZEPHIR-ARTEL	9	55,10
PHILCO C/ ARTICULAÇÃO	6	58,00
RÁDIO SONIA(930 mm COMP.)	8	49,10
RÁDIO SONIA(660 mm COMP.)	8	44,10
PHILCO	6	56,70
COLORADO	6	141,10
GENERAL ELETRIC	4	75,40
PHILCO	4	56,70
PHILCO	6	73,10
GENERAL ELETRIC	4	79,60
SYLVANIA	7	73,50
G.ELETRIC - TELEFUNKEN	8	36,30
ANTENA OLIMPUS P/ AUTO		
GENERAL ELETRIC	4	79,60
LATERAL - KOMBI	4	141,10
SUPER VERSÁTIL	4	160,60
VOLKSWAGEN - EMBUTIDA	2	115,90
UNIVERSAL	4	115,90
ANTENA EMBUTIDA INCLINADA	4	128,40

ANTENAS THEVEAR PARA TV	
TX1/11 ELEMENTOS	288,80
TX5/15 "	418,30
TX09/9 "	249,00
TX8/8 "	318,70
CÔNICA LOCAL	119,50
SUPER CÔNICA LOCAL	159,30
TX9/9 ELEMENTOS (ZONAS DIFÍCEIS)	607,50
TX-23 ELEMENTOS (LONGA DISTÂNCIA)	846,60

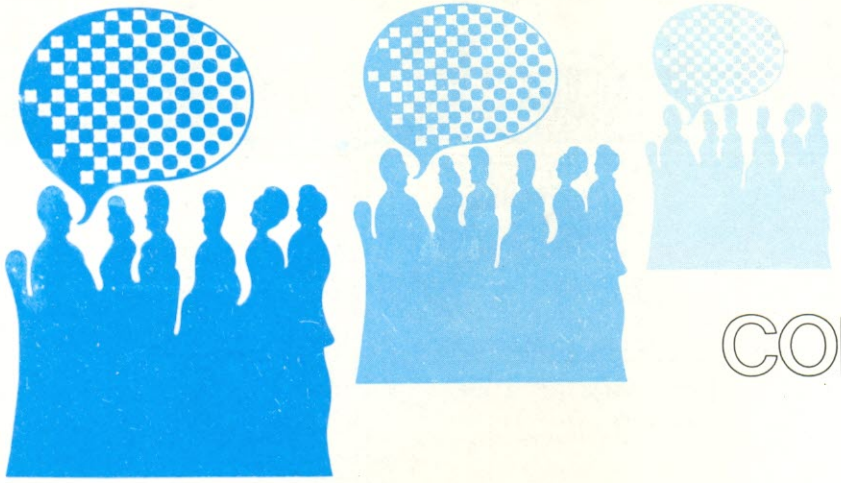
ACESSÓRIOS THEVEAR

ESPELHO DE EMBUTIR 2 x 4 1 SAÍDA 75 ohms	80,00
ESPELHO DE EMBUTIR 4 x 4 1 SAÍDA 75 ohms	80,00
ESPELHO DE EMBUTIR 4 x 4 2 SAÍDAS 75 ohms	150,00
TOMADA DE RODAPÉ 1 SAÍDA 75 ohms	80,00
TOMADA DE RODAPÉ 2 SAÍDAS 75 ohms	150,00
SIMETRIZADOR VHF-UHF 75-300 ohms	40,00
EXTENSÃO COM SEPARADOR VHF-UHF	130,00
EXTENSÃO COM SEPARADOR TV-FM	110,00

VENDAS PELO REEMBOLSO POSTAL E AÉREO sofrem um acréscimo de Cr$ 50,00 para despesas, nas compras abaixo de Cr$ 500,00

NOVA ELETRÔNICA – CONSULTE-NOS sobre outros produtos não constantes desta lista – NOVA ELETRÔNICA

KITS KITS



CONVERSA COM O LEITOR

Ilmos Srs.

Estudo música e ensino violão e estou interessado num gerador de batidas, que funcione como um metrônomo sonoro, para demonstração de ritmo.

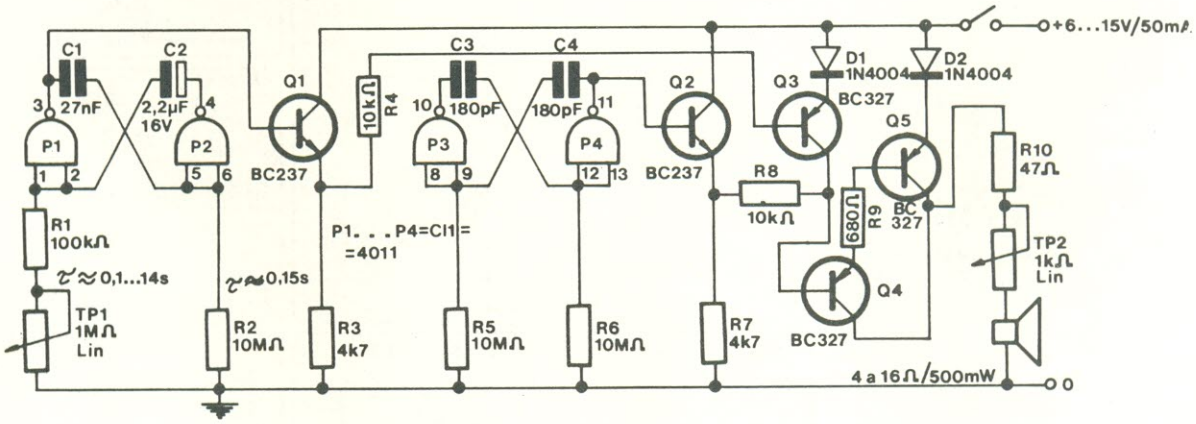
Gostaria de saber se o circuito básico do órgão eletrônico, publicado na revista n.º 22, ou o pássaro eletrônico, publicado na revista n.º 8, com algumas modificações, pode funcionar ao modo que desejo.

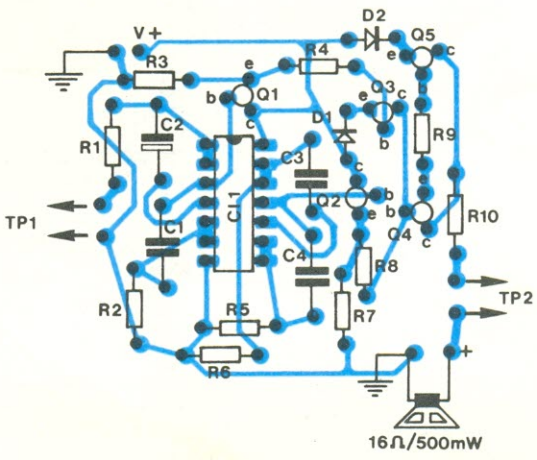
Grato

Hélio Bacelar Viana
Salvador — Ba

Caro Hélio,

Submetemos seu pedido ao pessoal do nosso laboratório, que achou melhor que você montasse um verdadeiro metrônomo eletrônico, ao invés de executar modificações que poderiam resultar em mais trabalho ou não dar o resultado esperado. Assim, aí embaixo você tem um bom metrônomo, projetado especialmente para essa finalidade. É de execução bastante simples, pois exige poucos componentes; além disso, para facilitar ainda mais a montagem, fornecemos também a placa de circuito impresso, que abriga todos os componentes, exceto os dois potenciômetros e o alto-falante.





Tanto o circuito integrado como os transistores são baratos e de fácil obtenção nas lojas de material eletrônico. O integrado deve, apenas, receber alguns cuidados na soldagem, pois é da tecnologia MOS; se preferir, monte-o sobre um soquete. POT 1 é o controle que varia a freqüência do metrônomo; você pode desenhar uma escala em torno de seu eixo, com as várias batidas de ritmo, utilizando como padrão um metrônomo mecânico. POT 2 é o controle de volume do metrônomo.

*****

Prezado Sr. Diretor

Antes de tudo, quero dizer que sou profundamente fascinado por tudo o que se refere à eletrônica, principalmente no campo da eletrônica de áudio. Digo também que a revista Nova Eletrônica é uma singular fonte de conhecimentos, no gênero, a todos aqueles que realmente desejam dedicar-se à eletrônica, pois ela satisfaz plenamente desde o principiante, até o mais alto e qualificado engenheiro de som, de processamento, de instrumentação, etc.

Tenho notado que conforme o tempo vai passando, a revista vai melhorando mais ainda. A cada nova edição surgem seções diferentes e assuntos diferentes. Achei sensacional o Guia de Áudio. E aproveito o ensejo para sugerir a criação de uma seção do tipo da "Novos Produtos", só que exclusiva a aparelhos de som compráveis no Brasil, e que em cada edição aparecessem uns três ou quatro aparelhos recém-lançados, com as respectivas informações técnicas, críticas, nome do fabricante, lugar onde é possível a compra e também, o preço.

Gostaria, também, pois seria útil a muita gente, que a seção "A Tabela do Mês" publicasse uma tabela com todos ou quase todos os componentes existentes em eletrônica, com os símbolos de cada um deles, características, aplicações e mais algumas informações adicionais. Tenho certeza de que isso agradaria a muita gente.

Esperando ver o efeito dessas sugestões, desde já agradeço,

Atenciosamente

Sidney S. Mendes
Curitiba — PR

Prezado Sidney,

Agradecemos muito suas sugestões à revista. Sua idéia sobre a "Tabela do Mês" será aproveitada imediatamente. Quanto à seção de "Novos Produtos em Áudio", deverá ser algo mais demorado, pois depende de estudos e pesquisas; mas tão logo tivermos algum resultado, você ficará sabendo pelas próprias páginas da revista.

Queremos agradecer, também, suas palavras de apoio e incentivo à Nova Eletrônica. Continue escrevendo e enviando sugestões.

*****

Prezado editor,

A revista NE é a preferida na minha estante de eletrônica, por mim e meus colegas. Nós fazemos debates sobre os diversos assuntos e artigos nela publicados.

Decidi escrever para a seção "Conversa com o Leitor" com o objetivo de pedir algumas informações e dar sugestões para a revista.

Como informação, desejo saber os endereços dos fabricantes de componentes eletrônicos (Fairchild, Motorola, Texas, Transit, RCA, Thomson CSF, Intersil, HP, Philco, etc.) para enviar pedidos de folhetos, catálogos e manuais de características técnicas de componentes por eles produzidos.

Desejo também saber se serão reeditados os n.ºs 1, 2 e 3 da NE.

Como sugestões, dou a idéia de publicarem artigo de projetos práticos para diversas finalidades, usando o diodo Lambda. Sugiro também publicarem projeto prático de uma fonte variável (de 0 a 9 V), para uso especial em carros de 12 volts, com todas as características de uma boa fonte de alimentação (sugiro se basearem no "Não está nos livros" NE).

Termino desejando mais ênfase ainda para artigos destinados a principiantes, projetistas e estudantes do 2.º grau técnico.

Sem mais para o momento, receba meus votos de consideração e espero resposta nos próximos números.

Igualnir Fernandes Ribeiro
Rio de Janeiro — RJ

Bem, Igualnir, vamos por partes. Primeiramente, as informações:

Os endereços dos fabricantes de componentes eletrônicos, que estejam estabelecidos no Brasil, você poderá conseguir junto à ABINEE, tanto aí no Rio como em São Paulo.

No Rio — Avenida Nilo Peçanha, n.º 50
16.º andar — sala 1607
fone: 231-0527
Em São Paulo — Viaduto Dona Paulina, n.º 80
15.º andar — CEP 01595
fone: 239-2029

A ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) publica o ***Anuário das Indústrias****, que contém informações sobre todas as companhias do ramo eletro-eletrônico que atuam no país. Esse anuário custa Cr$ 500,00 para particulares, mas ele pode ser consultado gratuitamente nos endereços fornecidos, por qualquer pessoa.*

Para conseguir os endereços das matrizes americanas dos fabricantes de componentes, você poderá recorrer às respectivas subsidiárias aqui estabelecidas (que constam do anuário da ABINEE), ou então dirigir-se pessoalmente ao "United States Trade Center", em São Paulo, cujo endereço é dado abaixo.

Avenida Paulista, n.º 2439
CEP 01311 — São Paulo
fone: (011) 853-2011

Esse centro realiza periodicamente mostras de fabricantes americanos e, também, seminários em diversas áreas.

Não temos ainda previsão para a reedição dos três primeiros números de Nova Eletrônica, mas, em compensação, começamos neste número a reeditar as primeiras lições do Curso de Áudio e do Curso de Programação de Microcomputadores. Neste n.º 26, você já vai encontrar a lição 1 do Curso de Áudio.

E agora, as sugestões:

Ambas as idéias foram anotadas e estão sendo estudadas pelo nosso laboratório. Aguarde alguma novidade para os próximos números.

Não se preocupe quanto à ênfase dada aos artigos para principiantes e estudantes do 2.º grau técnico, pois eles estão entre nossas prioridades.

Esperamos tê-lo auxiliado em tudo o que você nos pediu. Escreva sempre.

BRASITONE

Em Campinas
O mais completo e variado estoque de circuitos integrados C-MOS, TTL, Lineares, Transístores, Diodos, Tirístores e Instrumentos Eletrônicos

KITS NOVA ELETRÔNICA
Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756

INTRODUCTION TO MEDICAL ELECTRONICS

Burton R. Klein

O campo da eletrônica aplicada à medicina é vasto e propicia muita oportunidade ao técnico aplicado. Neste livro, o autor nos dá um panorama geral da eletromedicina e explica o funcionamento dos principais aparelhos usados em terapia e diagnóstico. Para aqueles que desejam iniciar-se no campo da eletromedicina, recomendamos que adquiram esta publicação, que, juntamente com a série de artigos que está sendo publicada pela Nova Eletrônica, dará ótima base para que se estabeleçam como técnicos nessa especialidade.

Editora TAB BOOKS

HANDBOOK OF MARINE ELECTRONIC & ELECTRICAL SYSTEMS

Edward L. Safford Jr.

Outro campo de atividade interessante para o técnico é a da eletrônica em embarcações. Instalar, manter, ajustar e consertar equipamentos eletrônicos em barcos de pequeno e médio porte é tarefa interessante e que dá bons lucros. E como o Brasil possui 8000 km de costa marítima, além de lagos e rios navegáveis, com muita embarcação de turismo, passeio e indústria, as oportunidades estão aí. O autor, nesse livro, não esgota o assunto, porém vai metodicamente de A até Z, abordando os vários equipamentos, sistemas e processos de aparelhos eletrônicos e elétrico das embarcações.

Editora TAB BOOKS

LIGHT-EMITTING DIODES

A. A. Bergh e P. J. Dean

O fenômeno de eletroluminescencia, desde sua descoberta, há 70 anos, tem despertado o interesse de muitos estudiosos. Porém, só depois da descoberta dos componentes de "estado sólido" foi possível desenvolver uma sólida base de conhecimento e aplicação do fenômeno.

A esperança inicial, de que fosse possível usar os componentes de estado sólido para transformar energia em luz capaz de iluminar ambientes, ainda não foi atingida, devido a certos aspectos que ainda não estão bem claros, na compreensão do comportamento de certas substancias. O livro que estamos comentando não é para uma bancada de consertador; trata-se de um sólido livro, com tratamento teórico e extensa bibliografia sobre fotometria, eficiência da geração de luz e a tecnologia dos LEDs. A parte de aplicação é talvez o capítulo menos extenso, servindo apenas como demonstração prática do bem tratado tema.

Os autores possuem sólida tradição no campo, e a leitura desse livro é recomendável a todos que, em nível universitário, de mestrado, de pesquisa ou de aplicação industrial, lidam com os fenômenos da eletroluminescencia.

Editoras Claredon Press — Oxford University Press

LONG DISTANCE TELEVISION RECEPTION (TV-DX) FOR THE ENTHUSIAST

Roger W. Bunney

A recepção de estações distantes de TV ainda tem poucos seguidores aqui no Brasil. No entanto, quando alguém se dedica a pesquisar os vários canais que não estejam ocupados pelas TVs locais, muitas vezes tem surpresas agradáveis, pois capta estações distantes, algumas até de além-mar. Neste livro, o autor trata não só da parte de antenas, como de amplificadores, propagação, canais, padrões internacionais, e um ponto que nos parece muito importante: a fotografia das imagens captadas, para comprovação do DX alcançado.

Neste nosso vasto país a TV-DX está destinada a tornar-se não só um passatempo, como uma atividade que irá colaborar com os fabricantes de televisores, pois para receber sinais distantes é preciso que o aparelho seja sensível e seletivo, com certeza. Outro aspecto benéfico dessa atividade

de está na experimentação efetiva dos vários tipos de antena e amplificadores de sinal. A leitura do livro desperta entusiasmo, mesmo nos veteranos calejados pelas longas noites de busca de **figurinhas difíceis ou premiadas.** E a busca de sinais, com antena rotativa, nos canais disponíveis, traz quase sempre recompensa imediata, pela captação de estações que não se suspeitava pudessem ser recebidas.

Editora Bernard Babani Ltda.

RADIO TRANSMITTER — PRINCIPLES AND PROJECTS

Edward M. Noll

Um livro que deve exercer um grande apelo para os nossos jovens radioamadores que obtém prefixo e desejam construir seus equipamentos, em lugar de adquirir o produto comercial, como é tanto do gosto dos "tubarões" da rede amadorística. Aliás, o radioamadorismo, no Brasil, é mais de usuários de equipamentos do que propriamente "pessoas que experimentam sem interesse lucrativo", como determina o fundamento do radioamadorismo internacional. No livro que estamos comentando, o autor, que é radioamador (W3FQG), dá detalhes construtivos de receptores, transmissores, antenas e muitos outros circuitos, que, sem dúvida, interessarão nossos experimentadores.

Editora Editors and Engineers — Divisão da Howard W. Sams & Co. Inc.

ELECTRONIC ORGANS - Vol. 1

H. Emerson Anderson

O autor trata do assunto ilustrando-o com exemplos de circuitos comerciais: Baldwin, Conn, Gulbrasen, Hammond, Kinsman, Lowrey, Thomas e Wurlitzer. Há circuitos a válvula e a transistores, além do dimensionamento de teclados e outros detalhes. Ao final, um glossário de termos técnicos, relacionados com música e circuitos eletrônicos. Para o profissional do som, é uma boa aquisição.

Editora Howard W. Sams & Co. Inc. — The Bobbs-Merril Co.

«KITS» NOVA ELETRÔNICA E COMPONENTES

TRANSIENTE

COMÉRCIO DE APARELHOS ELETRÔNICOS LTDA.

Curitiba — PR

Av. Sete de Setembro, 3664 — Fone: 24-7706

NÃO ESTÁ NOS LIVROS

Cancelamento de correntes de polarização facilmente implementado com amplificadores casados.

O circuito apresentado é uma técnica para redução ou mesmo cancelamento das correntes de polarização de amp op bipolares de estágios de entrada. O método aplicado é simples, mas tem melhor resultado em circuitos integrados com múltiplos amp op e usa um amplificador operacional como supressor de flutuação, para reduzir a corrente de polarização do circuito amplificador operacional. O esquema depende da premissa de que as correntes, para todas as entradas num integrado com múltiplos operacionais, são casadas — uma suposição razoável para as unidades de estágio de entrada PNP bipolar fabricadas sobre a mesma pastilha.

Observe a figura. Com todas as correntes de entrada casadas e R2 igual a 2R1, a corrente que passa por R1 é o dobro da que circula por R2; portanto, metade de $2I_B$ vem de A1. Conseqüentemente, A2 atua como um supressor de flutuação de corrente que absorve uma corrente, I_B, a qual idealmente é igual à corrente de polarização de A1.

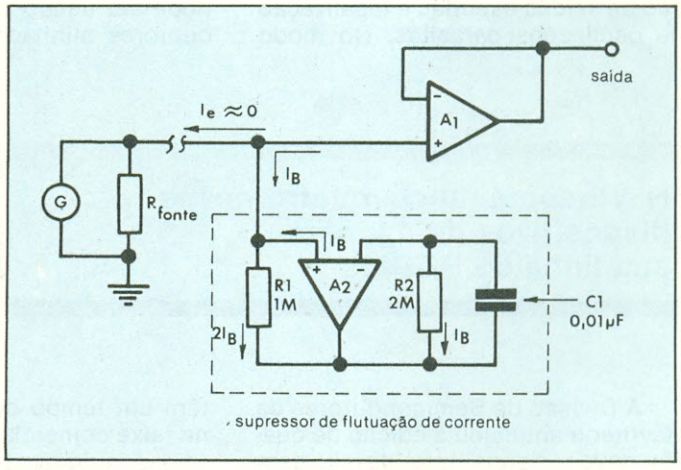
Para um melhor cancelamento quanto da operação com níveis típicos de corrente de polarização, a queda de tensão sobre os resistores R1 e R2 deverá ser ajustada a pelo menos 10 vezes a tensão **off-set** de entrada dos amplificadores operacionais. Geralmente, a queda de tensão deverá estar em torno de 100 mV. Além disso, a corrente de entrada quiescente deverá ser baixa para ajudar a obter baixas correntes de **off-set**. É claro, é desejável que as correntes de polarização e **off-set** permaneçam estáveis em relação às variações na temperatura, modo-comum, e alimentação.

Alguns amplificadores operacionais particularmente adequados para a eliminação da corrente de polarização são o LM324, unidade quádrupla, e o µA798, dual amp op.

Quando testado com amp op quádruplos, como o LM324, o circuito reduziu as correntes de polarização de 1/4 a 1/20 da corrente em circuitos não-compensados. A menor corrente de polarização remanescente que circulava na fonte de sinal foi obtida com o 324 e seu valor foi de apenas 3 nA.

A corrente de polarização na fonte pode ser ajustada para zero, ajustando-se a relação R1/R2. Mas, é necessário um reajuste, se o amp op for trocado.

O circuito de cancelamento de polarização foi projetado em um temporizador de período longo, onde a malha de temporização é a impedância da fonte de sinal, e A1 é um acoplador que alimenta um comparador de limites de tensão, tal como um 555. Entretanto, circuitos para osciladores RC de onda senoidal, amplificadores para instrumentação e muitas outras aplicações podem ser beneficiadas com o uso da técnica de cancelamento da corrente de polarização.



Um circuito supressor de flutuação de corrente feito a partir de amp op casados pode simples e efetivamente reduzir qualquer corrente de polarização que, de outro modo, deveria fluir na fonte de entrada de sinal de um amplificador operacional.

Novidades Industriais

Monitor da Singer para serviços em comunicações

O monitor para serviços em comunicações FM-10CS, da Singer Instrumentation, fornece as funções necessárias para manutenção em sistemas de AM, FM, ou SSB de duas vias, em equipamentos terrestres portáteis, de comunicações aéreas e marinhas, e operação em CB, nas freqüências entre 50 kHz a 600 MHz e 800 MHz a 1,3 GHz.

A resolução do FM-10CS é melhor que 1 Hz, suficiente para medições em SSB. Os transmissores são alinhados para a freqüência do canal com 0,0001% de precisão e 1 ciclo de resolução. Opera a partir dos 12 VCC da bateria de um veículo ou de 115/230 VCA.

Além das funções padronizadas para o monitor de serviço, o FM-10CS oferece: analisador de espectro interno para localização, audição e identificação de sinais de interferência; transmissores para verificação de saídas espúrias e localização de oscilações parasitas. No modo gerador de varredura, o instrumento pode ser usado para sincronizar receptores alinhados, amplificadores de FI, discriminadores, filtros a cristal, duplexadores, filtros de cavidade e outros dispositivos.

Raytheon anuncia quatro novos dispositivos de 4 k para sua linha de PROMs

Novidades Industriais

A Divisão de Semicondutores da Raytheon anunciou a edição de quatro novos dispositivos de 4k, para aumentar sua linha de produtos de memórias programáveis. São duas memórias ROM programáveis, a 29620 para a versão de coletor aberto, e a 29261 para a versão **tri-state**; assim como duas PROMs com comutação interna de potência (SPROMs), a 29622 para a versão de coletor aberto, e a 29633 para a versão **tri-state.**

As PROMs comuns têm um tempo de acesso de 65 ns na faixa comercial de temperaturas, e um tempo de acesso de 80 ns na faixa militar de temperaturas. As SPROMs têm um tempo de acesso de 70 ns na faixa comercial e 85 ns na militar.

Os dispositivos SPROM, oferecem uma economia de potência superior a 70% quando usados no lugar das PROMs convencionais. A potência total do sistema pode ser sensivelmente reduzida pelas chaves de potência do integrado, que desligam a maior parte do circuito interno para dispositivos não-selecionados.

A máxima dissipação de potência para ambas as memórias, SPROM e PROM, quando selecionadas, é de 850 mW. Quando não-selecionada, a versão **tri-state** da SPROM dissipa 250 mW. Uma redução da potêndia de 70% e 80%, respectivamente.

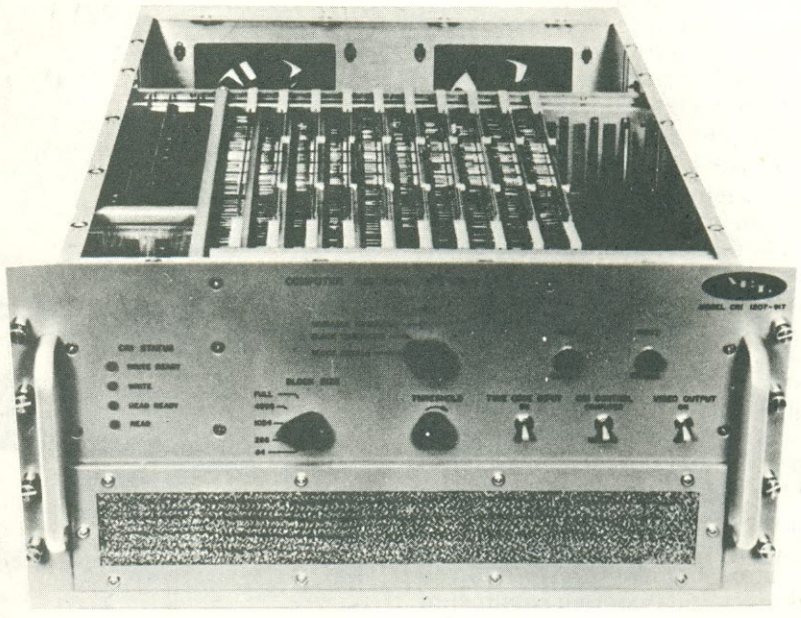
A Raytheon também anunciou estar trabalhando atualmente no desenvolvimento de PROMs e SPROMs de 512 × 8, em cápsulas comuns de 24 pinos, além de dispositivos de 1024 × 8, ainda em cápsulas de 24 pinos.

NOVIDADES INDUSTRIAIS

AEL apresenta interface para computador-registradora, de alta velocidade

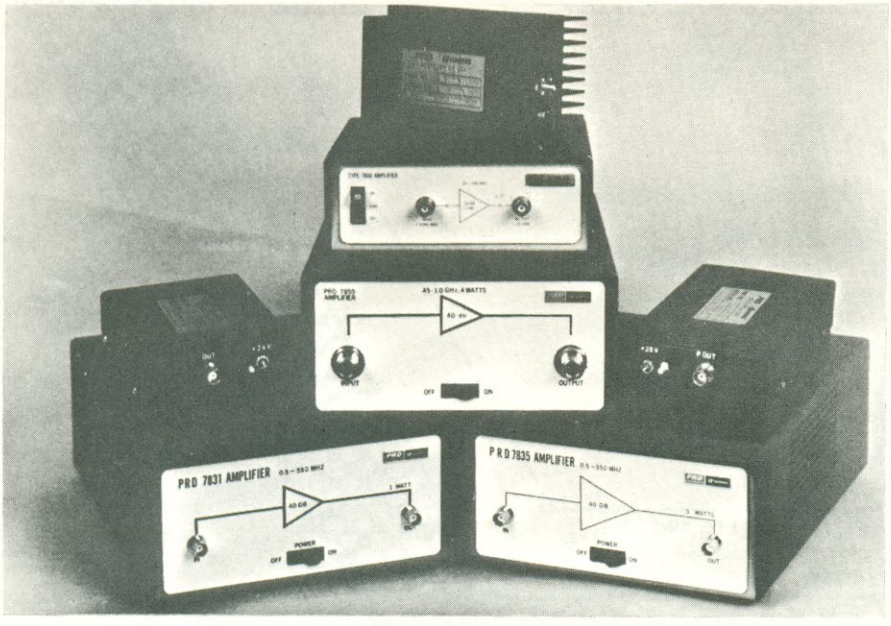
A American Electronic Laboratories, Inc. (AEL), introduziu sua série CRI de **interfaces** para computador-registradora, constituída por acopladores de dados de alta velocidade e com grande capacidade de palavras, para permitir uma análise eficiente, por computador, de sinais de banda larga.

Oferecendo um ritmo de digitalização superior a 20 MHz e uma capacidade padronizada de memória de 1,44 milhão de palavras, a **interface** Série CRI aceita a saída de qualquer receptor de banda larga ou registradora de fita, e entrega uma saída digital a um menor ritmo, para qualquer computador ou minicomputador. A unidade é capaz, ainda, de distribuir uma saída a qualquer equipamento digital de fita ou disco, onde a aplicação exija um processamento remoto.



PRD acrescenta novos amplificadores à sua linha de produtos

NOVIDADES INDUSTRIAIS



A divisão eletrônica PRD da Harris Corporation, está oferecendo uma completa linha de amplificadores lineares de banda larga, que cobrem a faixa de freqüência de menos de 10 Hz a mais de 1000 MHz. Eles são totalmente de estado sólido e foram projetados para serem usados tanto em laboratórios como em sistemas. As duas novas unidades de uma série de seis amplificadores de banda larga são o PRD 7835 e o PRD 7855.

O 7835 tem uma saída linear de 5 W na faixa de 0,5 a 550 MHz, e uma saída saturada de 7 W. O ganho é de 40 dB com uma linearidade de ± 1 dB. O ruído típico é da ordem de 7,5 dB. O 7855 tem uma saída linear de 5 W na faixa de 450 a 1000 MHz. O seu ganho é de 45 dB, a linearidade ± 1 dB e o ruído típico, 6 dB.

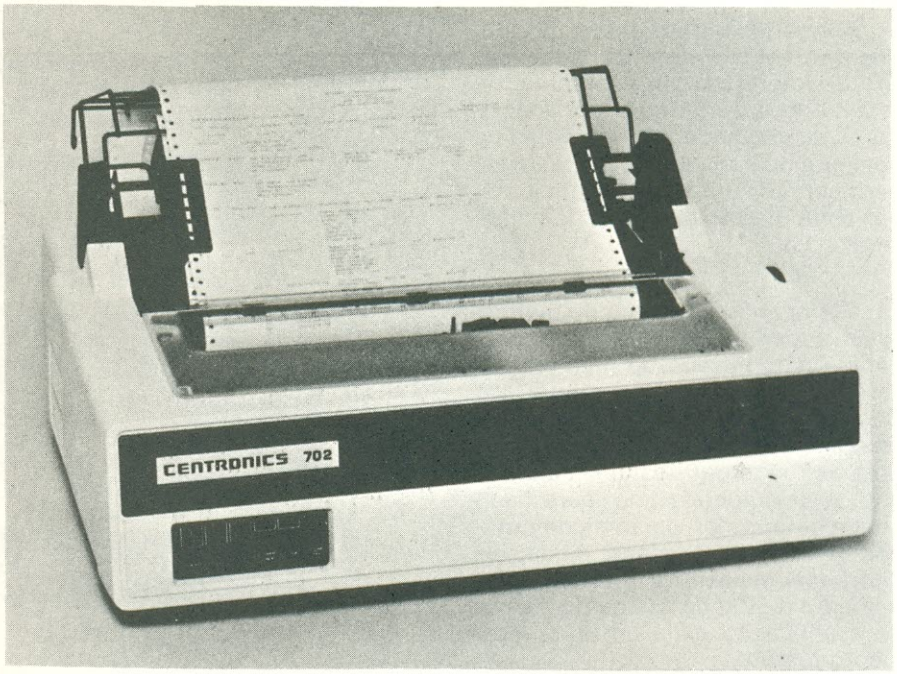
Novidades Industriais

A Centronics introduz uma impressora matriz por pontos de 120 cps

A Centronics Data Computer Corp. expandiu sua série 700 de impressoras matrizes por pontos em série, com a introdução do modelo 702, de 120 caracteres por segundo, idealmente adequado para o uso em processamento de dados e pequenos sistemas de escritórios.

O modelo 702, impressora de impacto em série, bidirecional, de 132 colunas e busca lógica, oferece um padrão 7×7 de matriz por pontos, além de quatro outros como opções (5×7, 9×7, 7×9, e 9×9). O formato do dado impresso consiste de 10 caracteres por polegada, horizontalmente, e um espaçamento vertical selecionável pelo operador de 6/8 de polegada, com uma unidade eletrônica de formato vertical para cada 2, 8 ou 12 canais.

Esta nova impressora reúne-se a oito outros membros da série 700 da Centronics, que cobrem totalmente uma faixa de requisitos das impressoras em série: formato em 80 e 132 colunas; faixa de velocidades de 60 a 180 cps; e operações de busca lógica e bidirecional. A 702 foi elaborada como uma solução aos sistemas para escritórios, cujas exigências se situavam entre as características dos modelos 701, de 60 cps, e 703, de 180 cps.



YARA ELETRÔNICA

"KITS" NOVA ELETRÔNICA
E COMPONENTES

BRASÍLIA

CLS 201 BLOCO E LOJA 19

FONES: 224-4058 225-9668

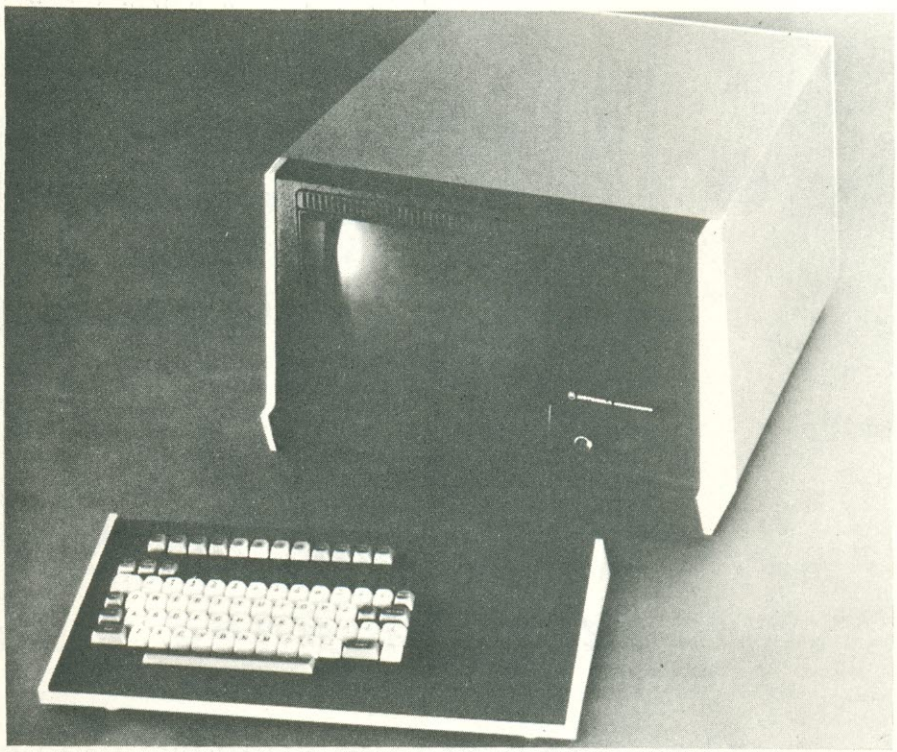
Novidades Industriais

A Motorola Microsystems lança o primeiro terminal de *display* para o sistema EXORciser

O primeiro de uma série de terminais de **display** idealizados especialmente para o uso com o sistema de desenvolvimento EXORciser, foi anunciado pela Motorola Microsystems. Denominada EXORterm 100, a nova unidade foi expressamente projetada para incrementar a capacidade de desenvolvimento do M78SDT EXORciser, tanto em **software** como em **hardware**. Neste sentido, o EXORterm 100 simplifica o desenvolvimento do sistema, fornecendo ao usuário os meios para comunicação com o seu EXOR ciser. As comunicações são possíveis através de um teclado e de ligações em série, a ritmos superiores a 9600 bits por segundo. Um **display** de vídeo de alta qualidade, que utiliza um TRC diagonal de 30 cm, é fornecido à entrada do usuário, e o EXORciser responde dentro de 24 linhas de mais de 80 caracteres cada. Todas as atividades do EXORterm são coordenadas por um módulo micro-executivo que opera em conjunto com vários controles e módulos de aplicação.

A eficiência operacional é ampliada por 12 chaves de funções especiais, que são codificadas para invocar diretamente as funções exclusivas ao EXORciser em cada um de seus três níveis de comando: EXbug, MAID, e DOS. As funções acionadas por estas 12 chaves são identificadas numa linha, na parte inferior da tela. Os nomes das funções são mudados automaticamente quando o nível de comando é alterado. Além destas 12 chaves de funções especiais, o EXORterm 100 possui um teclado destacável que também fornece todas as chaves de um terminal teleimpressor comum.

As ligações de comunicação do EXORterm 100 ao EXORciser são providas por uma **interface** RS-232C assíncrona em série. Os ritmos de dados são manualmente selecionáveis de 110 a 9600 bits por segundo. O EXORterm fornece, ainda, uma **interface** por elo de corrente de 20/ 60 mA.



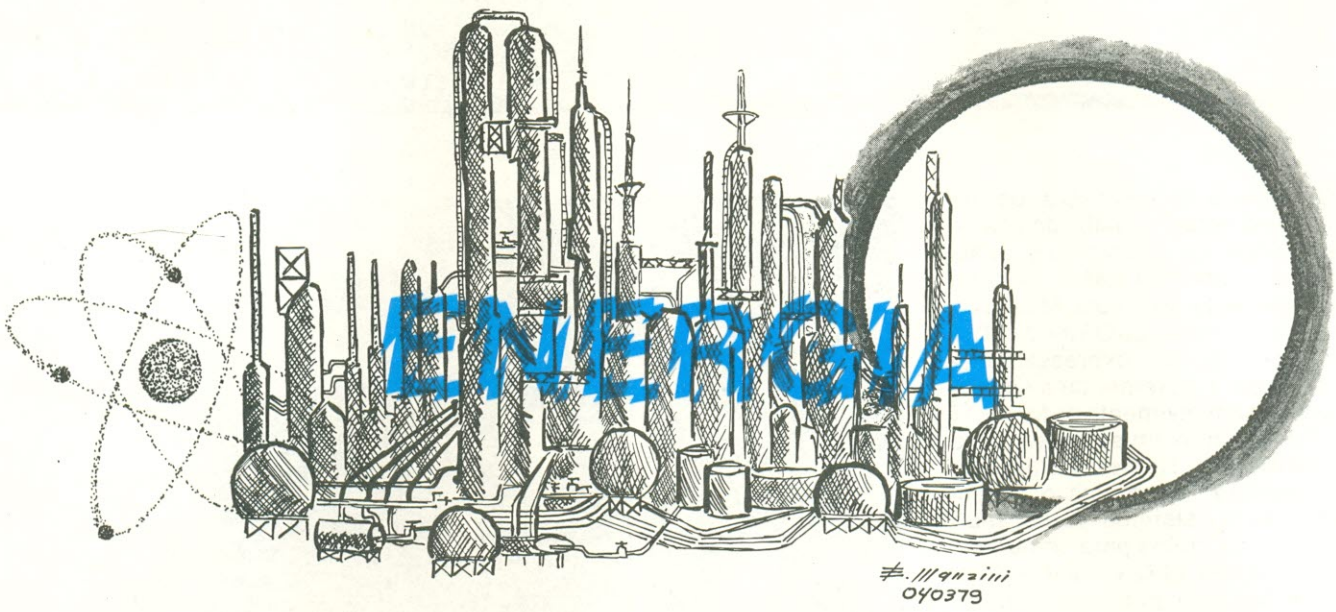
FONTE PX

Fornece uma tensão de saída de 12 a 14 V estabilizada, uma corrente de 5A, apresentando pouquíssimo ripple, de montagem facilima, possui poucos componentes.

Ideal para operar transceptores na faixa do cidadão, ou para aqueles que prefiram «curtir» o som do toca-fitas em casa.

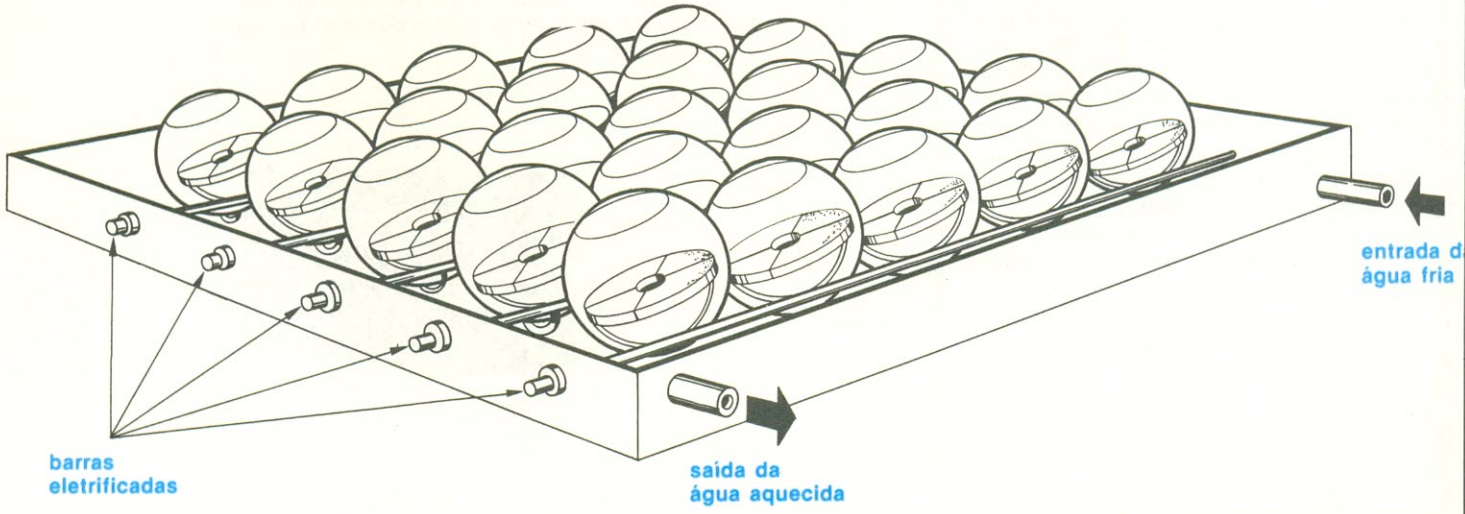
KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES



Os "CATA-SÓIS"
energia para o amanhã

O mundo sente uma necessidade crescente de energia e, sobretudo, de energia barata, abundante e não poluidora. Os "cata-sóis", nascidos na Inglaterra, poderão ser uma resposta a essa necessidade. Com eles, talvez possamos fazer florir novamente os desertos...



Um grupo de "cata-sóis" acumulando energia e, ao mesmo tempo, aquecendo a água em que estão apoiados.

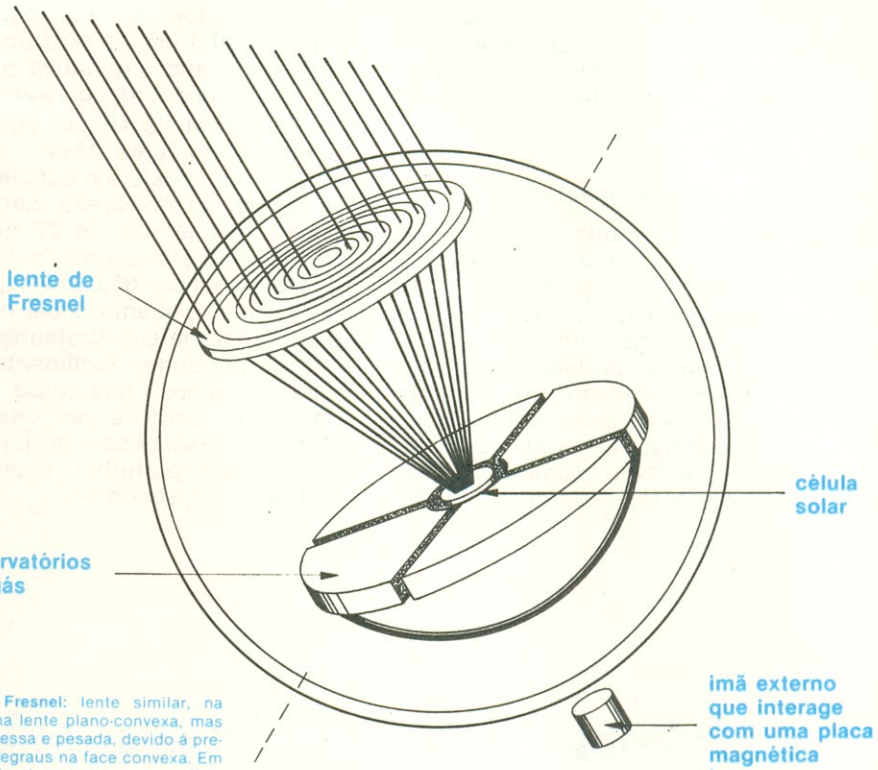
A comissão para os negócios científicos do parlamento britânico visitou recentemente as instalações dos Standard Telecommunication Laboratories (STL) - um instituto de pesquisas da ITT - em Harlow, nas proximidades de Londres. O objetivo era o de aparesentar aos parlamentares os trabalhos efetuados pelo STL para os correios britânicos; mas a comissão recolheu muitas informações sobre um outro aspecto das atividades do STL, que consiste na pesquisa que permitiu desenvolver uma espécie de "cata-sol", o qual poderá se tornar um meio simples e eficiente de se obter eletricidade a partir das radiações solares.

O aparelho visto pelos parlamentares é composto de uma série de "globos oculares" de plástico, do tamanho de uma bola de futebol, e que seguem automaticamente o movimento diário do sol. Para que possam deslocar-se livremente, esses "olhos" (normalmente reunidos em grupos de vinte) ficam boiando sobre uma camda de água, no interior de um reservatório. Cada um deles possui uma lente especial e uma célula solar, circundada por quatro recipientes cheios de gás, com o formato das pétalas de uma flor.

A posição ideal dos "olhos" ocorre quando os raios solares atingem a célula solar, localizada no centro de cada um deles, logo abaixo da lente. Quando os raios do sol se deslocam, passando a atingir uma das "pétalas" de gás, ao invés da célula solar, o gás se expande, devido ao calor, movimentando um pequeno magneto no interior do bulbo. Esse magneto vai interagir com um campo magnético externo, obrigando o "olho" correspondente a "encarar" novamente o sol.

Cada "olho", assim, é capaz de produzir até o máximo de 1 volt de tensão; mas, sendo interligados em série e em paralelo, podem produzir qualquer tensão e corrente requeridas. Além disso, a água que os sustenta é aquecida, dando origem a um subproduto útil, sem problemas de poluição.

Os "cata-sóis", entretanto, são ainda protótipos em fase de pesquisa e mesmo sendo aparelhos de desenvolvimento rápido, não se pode prever quando estarão disponíveis no mercado. Mas é quase certa sua contribuição para o grupo da "energia alternativa" do futuro.



Lente de Fresnel: lente similar, na ação, a uma lente plano-convexa, mas menos espessa e pesada, devido à presença de degraus na face convexa. Em geral, o lado plano tem uma superfície áspera, de modo a difundir levemente a luz e assim suavizar seus raios.

Diagrama de um "cata-sol"

Depois da crise energética

O inventor dos "sun seekers" (ou "cata-sóis", simpaticamente, em português) é o engenheiro Derek Mash, chefe de um dos departamentos do STL encarregado de pesquisas sobre semicondutores (para lasers e outros aparelhos). Os semicondutores com que o departamento de Derek trabalhava, porém, não eram úteis apenas como emissores de luz, mas também como conversores das radiações solares em energia elétrica, de forma direta.

Após a crise do petróleo de 1974, Derek começou a se interessar por esse aspecto dos semicondutores e, em suas horas vagas, escreveu um estudo sobre a possibilidade de se empregar diversos tipos de semicondutores na conversão de energia solar em elétrica.

O silício que os americanos utilizam para alimentar seus satélites, por meio da energia solar, é barato mas não pode ser usado em conjunto com lentes. O engenheiro britânico resolveu então empregar uma pequena quantidade de arseneto de gálio, que é bem mais caro, junto com uma lente que concentrasse os raios solares.

Já que um sistema desse tipo deve ser barato, dispensar manutenção frequente e resistir ao calor, á areia, etc., Derek pensou então em encerrar todos os elementos do "cata-sol" numa esfera hermeticamente fechada, dotada de uma abertura na parte superior; esse conjunto todo deu origem ao "olho". Para funcionar, no entanto, o sistema deveria procurar e seguir constantemente o sol, tarefa que exigia que os "olhos" se movessem em duas direções. E, além do mais, não devia consumir a eletricidade produzida pelas células para uso próprio, pois em caso contrário o rendimento seria muito baixo.

Mash teve então a idéia de circundar cada célula com quatro pétalas, ou reservatórios de gás, conectados à parte posterior do "olho" por meio de dois tubos circulares. Nesses tubos foram instalados dois pequenos imãs, mantidos separados do gás por meio de um líquido em que ficam suspensos. A idéia de construir reservatórios e incluir imãs no gás se destina a assegurar que sempre que os raios solares se desloquem para fora das células, as esferas girem até focalizar novamente o sol, por meio da expansão do gás e da interação dos imãs internos e externos. A de-

cisão de fazer os "olhos" boiar na água foi para facilitar seus movimentos; a água, por outro lado, se aquece, podendo ser utilizada para outros fins.

"Cata-sóis" nas charnecas

O modelo-protótipo de "cata-sol" utilizado atualmente por Derek é formado por "olhos" de 30,5 cm de diâmetro. A capacidade média de produção de cada um deles é de 7 watts, durante os dias de sol (isto, na Inglaterra; imaginem a produção sob o sol africano ou brasileiro). Nosso cientista acha que seu sistema será também bastante útil em locais distantes e de difícil acesso à eletricidade convencional, por fios. A indústria poderá se utilizar do sistema, como alternativa ou complemento da energia convencional.

"Existe mais sol do que todos pensam" comenta Mash. "Só na Grã Bretanha existe o suficiente para cobrir cinco áreas circulares, com um diâmetro de 27 quilômetros, com sistemas de "cata-sóis", que forneceriam 60 000 MW, ou seja, o atual consumo anual de energia elétrica na Grã Bretanha. Poderíamos encontrar facilmente lugar para os "olhos" nas zonas montanhosas da Escócia, nas charnecas (pântanos escoceses) ou junto aos lagos, sem perturbar ninguém e sem poluir a atmosfera".

"Tal solução deveria interessar também aos países em vias de desenvolvimento", acrescenta Derek. "São, em geral, países tropicais, com muito sol, onde se pode instalar "cata-sóis" à vontade, nos locais em que há carência de energia. Para se irrigar desertos precisamos de energia e naqueles países a energia solar é abundante...".

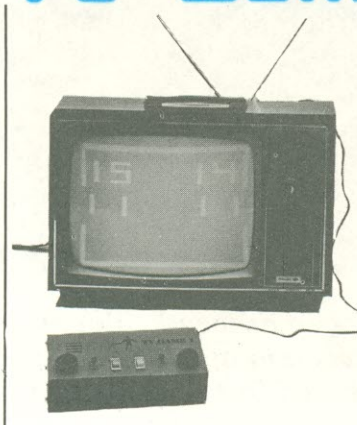
© - *Copyright Onda Quadra*

CASA STRAUCH

TTL DIODOS LINEARES TRANSÍSTORES CIRCUITOS IMPRESSOS
KITS NOVA ELETRÔNICA

Vitória — Espírito Santo
Av. Jerônimo Monteiro, 580 — Tel.: 223-4657

TV Game I



TV GAME: o seu canal de TV

Na verdade, não é apenas um canal: são três. Com o ***TV GAME****, você tem a possibilidade de escolher entre 3 jogos diferentes, com o simples pressionar de um botão. É o* ***futebol****, com goleiro e atacante, ou o* ***tênis****, onde você pode disputar sua própria taça Davis, ou o* ***paredão****, com suas jogadas rápidas e emocionantes. Você tem escolha também na sua categoria de jogador, amador ou profissional, selecionando um dos três tamanhos possíveis das raquetes ou jogadores.*

Sala de estar ou camping, TV preto e branco ou a cores, portátil ou não, o ***TV GAME*** *adapta-se a qualquer lugar e a qualquer televisor. Pode ser alimentado a pilhas ou por eliminador, e não prejudica o aparelho de TV com o qual é utilizado.*

À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

ÁUDIO Pequena viagem pelos labirintos da audição

Neste artigo, um especialista em percepção desvenda alguns dos segredos do complexo sistema auditivo do ouvido humano, responsável não apenas pelo discernimento dos sons que nos rodeiam, como também por nosso senso de equilíbrio e orientação.

A. Joseph Ray, Jr., Ph.D.
Professor de Psicologia no East Stroudsburg State College, Penna.

Os entusiastas de áudio — como de resto a maioria das pessoas — vêem a maior parte de seus processos fisiológicos ou psicológicos como algo simplesmente natural e indiscutível. Na realidade, quase todos somos bastante inconscientes quanto aos processos internos que nos permitem viver nossas vidas e experimentar nosso meio-ambiente. Apenas de tempos em tempos um zumbido no ouvido, um formigamento nos dedos, uma pontada no estômago ou uma dor nas juntas faz com que nos lembremos, indiretamente, dos sistemas sensoriais específicos que coletam as sensações e informações exigidas pelo cérebro.

De nossos 10, ou possivelmente 11 sistemas sensoriais específicos — cada um deles com receptores distintos e especializados, que respondem a diferentes tipos de estímulos —, nossa tendência é sempre a de colocar a visão em primeiro lugar. Na verdade, uma vez que a maior parte das pesquisas no campo dos mecanismos sensoriais tem se ocupado principalmente com a visão, as informações disponíveis sobre esta modalidade sensorial é bem maior do que em qualquer outra área. No entanto, a audição é um sentido extremamente importante, e não apenas porque gostamos de música. Já foi há muito observado, por exemplo, que em geral a surdez tem efeitos mais desastrosos no desenvolvimento psicológico de um indivíduo do que a cegueira, pois a ausência de comunicação oral ou auditiva nos isola do mundo mais do que a cegueira.

É claro que um audiófilo tem um grande interesse no funcionamento adequado de seu sistema auditivo, pois um maior conhecimento dentro da área pode realçar inúmeras experiências auditivas, assim como fornecer uma base mais sólida para avaliação e seleção racionais dos vários componentes de um sistema estéreo. Uma maior informação sobre os mecanismos auditivos permite também um cuidado maior e mais adequado com a audição, este elo vital e quase sempre insubstituível da corrente da alta-fidelidade.

Neste artigo, vamos primeiramente considerar o sistema auditivo do ponto de vista anatômico, para em seguida discutir os diversos mecanismos fisiológicos envolvidos no processo de audição. Para melhor apreciar a anatomia e modo de funcionamento de nosso sistema auditivo, vamos começar com um apanhado breve das origens biológicas e desenvolvimento embriológico de nosso mecanismo auditivo.

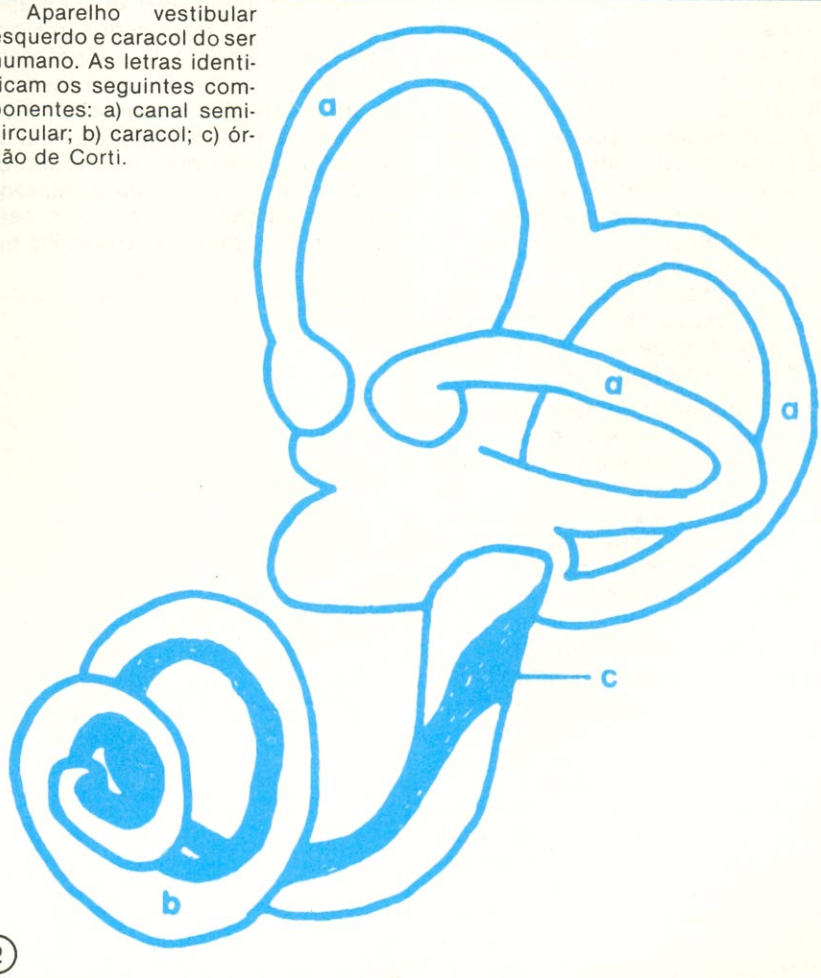
Origem e Desenvolvimento

Do ponto de vista evolucionário ou filogenético, o sistema auditivo é derivado de um sistema receptor originalmente envolvido com o equilíbrio,não com a audição. Esta modalidade sensorial, que agora chamamos de sentido vestibular, é sensível a movimentos com rotação, aceleração ou desaceleração, sendo também responsável pelo nosso equilíbrio e orientação espacial. Alguns dos excitantes brinquedos encontrados nos parques de diversão são altamente estimulantes aos receptores deste sentido, que se localizam nos três canais semicirculares mostrados nas figs. 1 e 2. Também as vertigens, bem como as sensações de enjôo experimentadas

Aparelho vestibular de um peixe.

1

Aparelho vestibular esquerdo e caracol do ser humano. As letras identificam os seguintes componentes: a) canal semicircular; b) caracol; c) órgão de Corti.



2

em aviões, navios ou automóveis, são produto do funcionamento do sistema vestibular.

Os sistemas vestibulares dos animais dotados de medula espinhal — entre eles os peixes, anfíbios (sapos, salamandras), répteis (serpentes, tartarugas), pássaros e mamíferos — são notavelmente semelhantes, diferindo principalmente em questão de detalhes e grau de refinamento. A semelhança entre o aparelho vestibular dos peixes e do homem fica bem claro nas figs. 1 e 2.

O sistema vestibular dos peixes é derivado do mesmo grupo de células que formam seu órgão linear lateral. Este sistema lateral de receptores é imediatamente visível nos peixes tropicais e em algumas variedades comestíveis, e aparece como uma delgada linha que atravessa o peixe longitudinalmente pela lateral, estendendo-se desde as guelras até a base da cauda. Os receptores deste sistema linear lateral dos peixes são formados por pequenas células capilares muito semelhantes às células encontradas no nosso ouvido interno, e parecem funcionar exatamente da mesma maneira, como verdadeiros receptores da audição.(As referências da fig. 4 podem dar uma idéia de como funcionam as células capilares do ouvido interno humano). Assim, nossos receptores auditivos parecem ter suas origens primordiais no sistema sensorial dos peixes — o sistema linear lateral —, com suas células capilares alinhadas ao longo do corpo do animal. Nosso sistema auditivo parece ser uma modificação do aparelho vestibular no sentido de acomodar as células do sistema linear lateral.

Como poderia ser esperado, em vista de seu inter-relacionamento, os aparelhos vestibular e auditivo do ser humano desenvolvem-se quase paralelamente durante a gestação. Dos 12 nervos cranianos que chegam à parte inferior do cérebro, o oitavo nervo relaciona-se tanto com a audição como com o equilíbrio, e é chamado de nervo estatiacústico, numa espécie de reconhecimento de suas importantes funções vestibular, de equilíbrio e auditivas. Este nervo começa a funcionar, levando os impulsos nervosos desde os receptores vestibulares do ouvido interno até as regiões adequadas do cérebro, muitos meses antes do bebê ter nascido. Na verdade, estudos de fetos humanos indicam que os receptores vestibulares respondem aos estímulos, e o nervo estatiacústico transmite impulsos nervosos gerados por estes receptores ao cérebro desde a 12.ª semana de gestação.

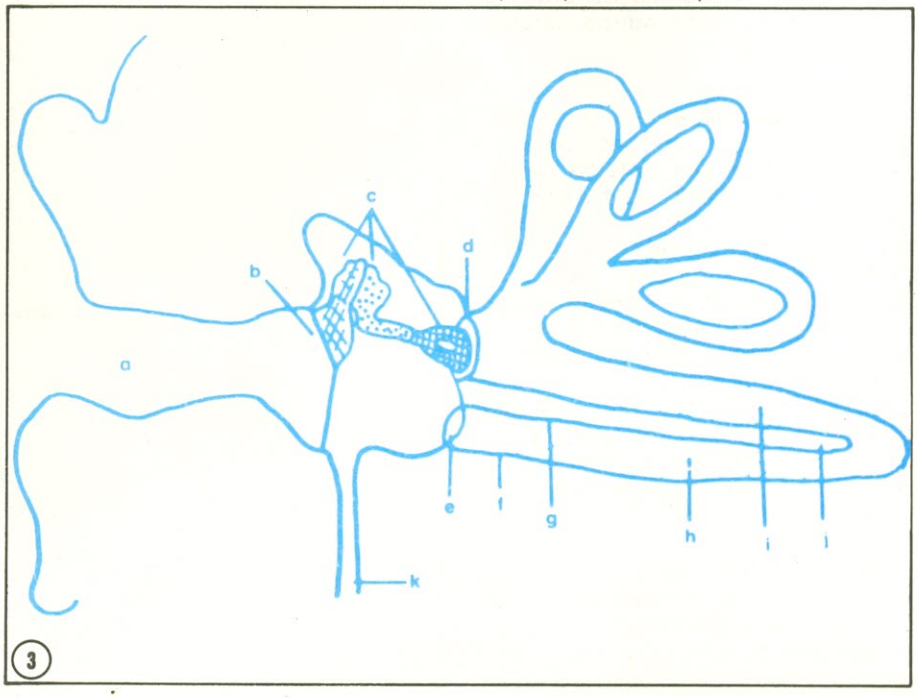
As partes auditivas do sistema têm um desenvolvimento mais lento. Após 24 ou 25 semanas de crescimento, o feto humano parece ter já um sistema auditivo completo em quase todos os aspectos, ou pelo menos já funcional. As análises mostraram também, por exemplo, que os diversos estímulos auditivos e vestibulares recebidos pelo feto encorajam o crescimento dos centros nervosos que recebem os impulsos do nervo estatiacústico. Em geral um feto experimenta uma grande estimulação vestibular, dependendo da mobilidade de sua mãe. O alcance da experiência auditiva é restrito, porém não chega a ser eliminado pelo fluido niótico que circunda o feto e preenche os meatos auditivos (passagens de ar para o tímpano). Os estímulos auditivos e vestibulares, que chegam até o feto e aos quais ele pode responder antes do nascimento, contribuem muito para o desenvolvimento tanto de seus sistemas sensoriais vestibulares quanto auditivos, até que estejam plenamente desenvolvidos na ocasião do nascimento. Os receptores e as "linhas" de transmissão nervosa estarão também completas, suficientemente desenvolvidas para começarem a funcionar no mundo exterior num nível comparativamente mais sofisticado. Numerosos estudos têm mostrado, por exemplo, que bebês recém-nascidos de menos de duas horas de vida respondem à uma variedade de sons. Mais recentemente, as experiências mostraram que um recém-nascido é capaz de discriminar vozes familiares de vozes desconhecidas dez dias após o nascimento.

Quais são as características anatômicas do sistema auditivo? Como se relacionam as diversas partes para produzir uma sensibilidade auditiva? Mais adiante passaremos a considerar os atributos físicos de nosso mecanismo auditivo, assim como a maneira pela qual as vibrações do ar finalmente se transformam nas experiências auditivas que tanto enriquecem nossas vidas.

Anatomia Geral

Invariavelmente, quando pensamos no ouvido e na audição, o que primeiro nos vem à cabeça é a estrutura acessória ligada de cada lado de nossa cabeça, a aurícula cartilaginosa que ajuda a focalizar e selecionar as vibrações no nosso tímpano. Alguns poderão pensar também nos pequenos ossos do ouvido médio, que transmitem as vibrações do tímpano para estruturas mais internas. Porém, mesmo estes ossos, chamados ossículos, são acessó-

Diagrama do aparelho auditivo dos mamíferos. As letras identificam os seguintes componentes: a) meato auditivo; b) tímpano; c) ossículos; d) janela oval; e) janela redonda; f)caracol espirado; g)membrana basilar; h) câmara timpânica; i) câmara vestibular; j) câmara média; k) trompa de Eustáquio.



3

rios, itens convenientes mas não essenciais no processo da audição dos vertebrados. De uma certa forma, a aurícula e os ossículos desempenham uma função pré-amplificadora: equalização e amplificação em primeiro estágio. O verdadeiro "ouvido" é o ouvido interno, ou interior, uma estrutura espiralada, localizada num canal também espiralado dentro do osso temporal da cabeça. Esta estrutura, chamada caracol, é mostrada na fig. 2. Nos humanos, o caracol e seu canal são espiralados 2,75 vezes. Os receptores auditivos, as microscópicas células capilares mostradas na fig. 4, estão situadas dentro do caracol, estendendo-se de uma ponta a outra da espiral. Assim, a aurícula, o canal auditivo, o tímpano e os ossículos **aumentam** nossa capacidade de ouvir, mas não são os receptores auditivos. Para ilustrar esta afirmação, podemos dizer que uma ruptura do tímpano mais o rompimento dos três ossículso resultariam numa catástrofe do ponto de vista do aficcionado de áudio — uma deficiência auditiva da magnitude de 30 a 50 decibéis —, mas não chegaria a provocar uma surdez completa.

Ouvido Médio e Externo

A anatomia relativamente simples dos ouvidos médio e externo não mostram a complexidade dos problemas resolvidos por seu desenvolvimento evolucionário. As Indicações da fig. 3 deixam claro o fato de que a aurícula e o meato auditivo são um funil. O meato humano tem um comprimento de mais ou menos 2,5 centímetros, com uma freqüência de vibração natural de pouco menos de 4.000 Hz. As ondas de pressão sonora de grande amplitude do ar são afuniladas para atingir a membrana do tímpano. O tímpano, de uma maneira notável, consegue refletir muito pouco da energia incidente, e transmite a maior parte dela. Frequências de até 2.000 Hz fazem o tímpano vibrar como um todo, como um disco, com o máximo de oscilação. À medida que aumenta a freqüência, o modo de vibração torna-se cada vez mais complexo, com o tímpano não mais vibrando como um todo. Os três ossículos, presos em membranas flexíveis tanto de saída como de entrada, transformam os movimentos de entrada do tímpano, de alta amplitude e baixa pressão, em movimentos de baixa amplitude e alta pressão, no ponto de saída dos ossículos, a plataforma do estribo (vide fig. 3), que funciona como um transformador. A pressão no tímpano (onde ela tem início) é de aproximadamente cinco por cento da pressão de saída, transmitida desde a plataforma do estribo até a janela oval do caracol, a outra membrana flexível (fig. 3). Como pode ser percebido, esta vantagem mecânica pode chegar a causar danos. Para evitar isso, dois pequenos músculos estriados — os menores do corpo todo — são ligados a dois ossículos, respectivamente. Esses dois músculos protegem as células capilares da maior parte dos ruídos muito altos, assim como das imensas oscilações derivadas desses ruídos, aumentando a fricção interna do sistema, reduzindo assim a facilidade da transmissão sonora. Contudo, alguns ruídos muito intensos (geralmente feitos pelo homen) podem ser suficientemente abruptos para alcançar as células capilares não atenuados, pois os pequenos músculos citados levam de 60 a 150 milissegundos para se contrair, resultando em dano permanente das celulas capilares, pois estas são simplesmente ceifadas. O efeito no comportamento é o surgimento de uma região de freqüência em que não é possível ouvir nenhum som, de maneira nenhuma. Felizmente a maior parte dos sons são formados por uma composição de freqüências, caso contrário muitos de nós teríamos inúmeras dificuldades.

A fantástica sensibilidade do ouvido pode ser atribuída ao uso de inúmeros transformadores naturais, cada um dos quais melhorando em muito as perdas de energia nas diversas "interfaces" do sistema auditivo de recepção. O primeiro transformador, entre o ar e o fluido do caracol, é um transformador de pistão hidráulico. Isso inclui o tímpano, os ossículos, a janela oval e o fluido auditivo interno. Os cálculos do Dr. Georg von Bekesy — vencedor do prêmio Nobel de 1961 por suas pesquisas sobre a audição — indicam que a anatomia do ouvido médio realmente minimiza as perdas de energia ao passar as vibrações para o caracol. Medições realizadas em diversos mamíferos mostraram também que os limites auditivos absolutos (sensibilidade mínima para produzir uma resposta neuroelétrica) são quase iguais. Isso quer dizer que com algumas modificações deste sistema — já altamente eficiente — é possível conservar um pouco mais da energia para transmissão.

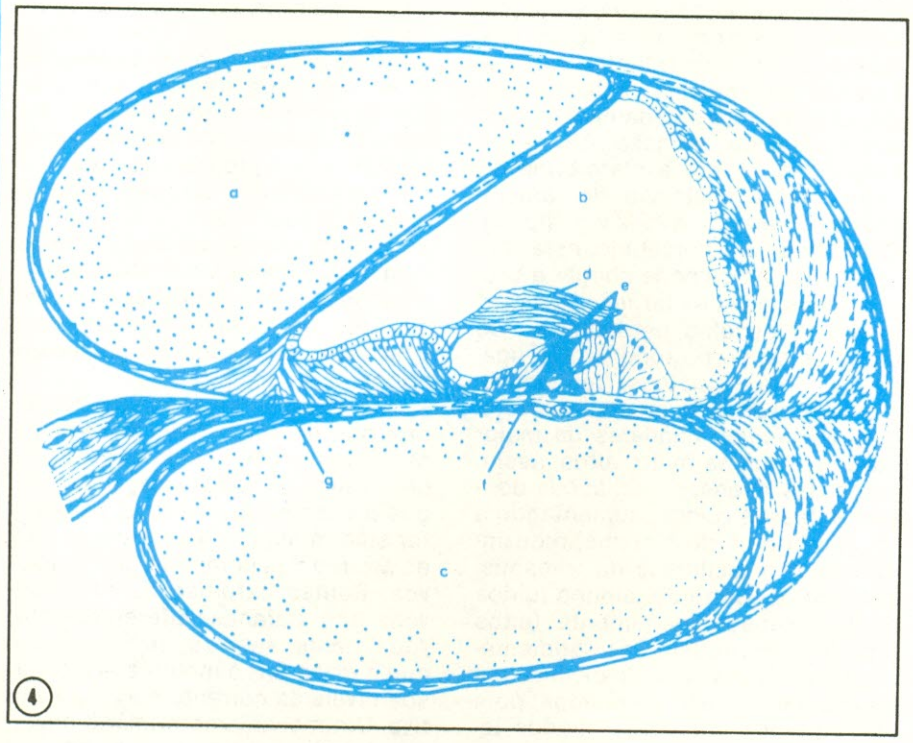
Esta capacidade, altamente desenvolvida para transmitir mais do que refletir a energia incidente, é o atributo especial dos ouvidos médio e exterior, e a própria pequena inércia dos ossículos dão uma base para essa capacidade.

É claro que uma alta sensibilidade a sinais implica numa alta sensibilidade a ruídos. Felizmente, o ouvido não estabelece nem mantém uma razão adequada de sinal-para-ruído.

Os efeitos das inúmeras fontes internas de ruído (isto é, vocalização, mastigação, respiração, contrações musculares, circulação do sangue e descargas nervosas) parecem ter sido minimizadas por um acertado arranjo dos componentes sensitivos. Fontes externas de ruído devem ser tratadas diferentemente. Atualmente sabe-se, por exemplo, que a razão S/R é melhorada a diversos níveis da corrente nervosa auditiva. Um mecanismo primário envolvido neste processo é a inibição dessa descarga nervosa, que é principalmente casual (em oposição à periódica), como é a freqüência da maior parte dos ruídos, uma maneira comum de rejeição.

Quando a energia chega ao ouvido interno, um segundo transformador entra em cena. Este se utiliza da pressão vertical numa membrana flexível, a membrana basilar, para criar uma tensão longitudinal numa segunda membrana, inflexível, a membrana tetorial (fig. 4). Os verdadeiros receptores, as células capilares, localizadas obliquamente entre essas duas membranas, como indicado, tem seus pelos curvados sobre o ponto onde entram em contato com a rígida membrana tetorial pela força assim gerada. Este segundo transformador tem sido chamado de transformador ceifante. Agora vamos examinar mais de perto os elementos deste mecanismo, bem como suas inter-relações.

Existem cerca de 12.000 células capilares (só isso) dentro do caracol espiralado (figs. 2 e 3). O caracol é dividido por duas membranas em três câmaras, duas das quais comunicam-se entre si na ponta do caracol através da helicotrema. Estas duas câmaras, a "superior", ou scala tympani, e a "inferior", ou scala vestibuli, são preenchidas com um fluido, a perilinfa (fig. 3), que é quase idêntico ao fluido aquoso que banha o sistema nervoso central, chamado fluido cérebro-espinhal.



Seção transversal do caracol humano. As letras identificam: a) Câmara vestibular; b) câmara média; c) membrana timpânica; g) fibras nervosas.

A terceira câmara, estanque, geralmente chamada de duto do caracol, fica entre as duas outras câmaras, e o fluido preenche esta câmara também. Este fluido, chamado endolinfa, é mais viscoso do que a perilinfa das outras duas câmaras comunicantes. As vibrações ossiculares são transmitidas ao fluido das câmeras comunicantes inferior e superior pelo estribo que se apoia em uma outra membrana, a janela oval. Uma vez que estas câmaras estão completamente cheias de perilinfa aquosa, o fluido faz pressão em todas as superfícies que o limitam. Uma destas fuperfícies é a flexível membrana basilar, que tem este nome porque faz parte do assoalho do duto do caracol, diferenciando assim as câmaras média e inferior. Esta membrana, descoberta por von Bekesy, não sofre nenhuma forma de tensão, e é deslocada para baixo e para cima pelas forças exercidas de baixo. Como já foi mencionado anteriormente, este deslocamento, em última análise, faz com que a força ceifadora seja exercida nos receptores de células capilares localizados no duto do caracol, entre a membrana basilar e a rígida membrana tetorial. Como pode ser visto nas figs. 2 e 4, esta "estrutura receptora" ocupa apenas uma pequena parte da câmara do caracol médio. A endolinfa preenche o resto, desempenhando uma função vibradora-isolante. A membrana basilar, a membrana tetorial e as células receptoras localizadas entre elas, que formam a estrutura receptora, são geralmente chamadas de órgão de Corti.

Tudo isso pode parecer um sistema extremamente complexo para transferir vibrações a células responsivas, mas na verdade a economia e simplicidade do processo fica mais clara à medida que se aprende mais sobre ele. E se compararmos com os processos envolvidos na mera discriminação dos picos sonoros, as coisas podem ser consideradas realmente simples. Um ou dois fatos conclusivos podem fornecer uma perspectiva adequada.

O tímpano humano tem uma área de mais ou menos 70 mm^2. A área da janela oval para a qual as vibrações são finalmente transmitidas é de 3 mm^2. Mas a despeito desta área diminuta, o nível mínimo de energia de um tom de 1.000 Hz que podemos sentir é aproximadamente 0,000 2 dyn/cm^2 (dyna = energia para acelerar 1 g a 1 cm/seg^2). Fossem os nossos ouvidos mais sensíveis e nós estaríamos continuamente perturbados pelo bombardeio molecular de nossos tímpanos. Poderíamos dizer também que estaríamos ouvindo até mesmo diferenças de temperatura.

Mas as prodigiosas realizações até aqui descritas são apenas uma fração da história toda. Pois na verdade podemos discriminar tons idênticos e distintos, de sons de intensidades sutilmente diferentes, chegando talvez até 250 níveis diferentes de intensidade. Somos também capazes de fazer várias discriminações de altura-cerca de 1.000 dentro de uma gama de 20 a 16.000 Hz. Além do que, somos sensíveis à "massa", ou ao "volume" de som, como aspectos distintos de audibilidade;e finalmente, alguns de nós pode fazer discriminações de altura com tanta precisão que se costuma dizer que tais pessoas têm uma altura perfeita (!).

Estes fenômenos, observados e estudados na psicofísica da audição, merecem nossa atenção. Entretanto, temos ainda mais um passo a considerar em primeiro lugar: a geração de impulsos nervosos e a transmissão destes para as regiões apropriadas do cérebro.

O Ouvido Interno

Mais precisamente falando, as células capilares são transdutores, não transformadores. Até aqui, a energia analisada tem sido mecânica. Entretanto, uma vez dada a resposta das células, não estamos mais tratando de energia mecânica, pois as células capilares geraram um potencial elétrico que representa, em termos nervoso, a energia mecânica a elas transmitida. Este potencial, frequentemente chamadc de potencial gerador, é um dos diversos potenciais que podem ser observados no ouvido interno.

Os verdadeiros mecanismos que regulam o processo de transdução ainda não são conhecidos. Mas a despeito deste fato, nossos conhecimentos dos mecanismos auditivos têm avançado muito, principalmente no que diz respeito aos mecanismos do caracol para discriminação de altura e audibilidade. O órgão de Corti está ligado a outras dimensões auditivas, e uma leitura atenta destes dois processos demonstrará as engenhosas soluções evolucionárias que nos permitem perceber diferenças auditivas sutis em altura, audibilidade, ou numa combinação destes dois aspectos.

O Órgão de Corti

Quanto maior o movimento vibratório da membrana basilar, maior o número da células capilares estimuladas para "disparar". Quanto mais células capilares estimuladas

para "disparar", mais audível será o som percebido. Como acontece frequentemente, esta relação direta simplifica um pouco demais o verdadeiro estado das coisas. Basta dizer que a coluna mais exterior de células capilares (que são arranjadas em quatro colunas, como pode ser visto na fig. 4) é mais receptiva a diferenças de amplitudes de vibração do que qualquer das outras colunas, e derivam esta sensibilidade à amplitude de sua posição física e conexões neurais específicas.

Estas células capilares parecem nos fornecer a maior parte da informação no que diz respeito a audibilidade. Obviamente, a informação da audibilidade é um **acréscimo** para a informação de altura, e não necessariamente independente dela. Aliás, como é bem conhecido, estas duas dimensões da experiência auditiva estão bastante relacionadas.

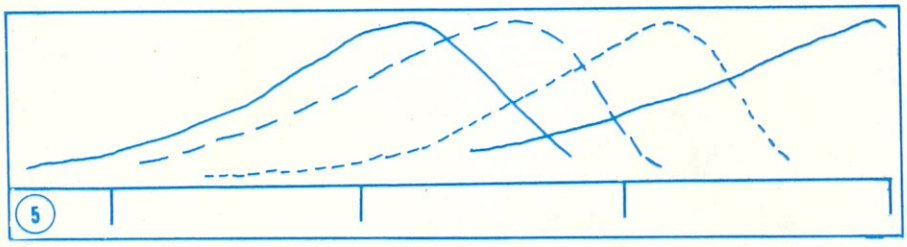
A discriminação de altura é um processo em parte estático e em parte dinâmico. A rígida membrana basilar é mais larga no ápice da espiral do caracol do que na base de sua origem. Observando a fig. 2, poderia ser esperado o oposto, ou seja, que a membrana basilar se estreitasse à medida que a espira ficasse também mais estreita. Uma vez que a massa da membrana basilar é menor na base (onde é mais estreita), sua freqüência de vibração natural é mais alta ali, além de ser também mais sensível nessa região. Inversamente, a maior massa da membrana basilar, no ápice da espiral do caracol, torna essa área mais sensível a vibrações de baixa freqüência. Parece claro que a forma anatômica da membrana basilar predispõe para vibrar o máximo em diferentes regiões ao longo de seu comprimento pois, à medida que passamos da base para o ápice, esta fica cada vez mais larga. Além disso, quanto mais alta a freqüência, mais localizada a área de vibração; freqüências muito baixas (abaixo de 50 Hz) induzem a membrana inteira a vibrar como um todo. As ondas que atingem a membrana basilar **não** são ondas estacionárias de um lado a outro da membrana (vibração tipo corda de piano), como foi teorizado por Hermann von Helmholtz há um século. O dr. von Bekesy demonstrou que a membrana basilar vibra como uma corda amarrada numa ponta e oscilada pela outra, pois não está sob tensão. Este tipo de movimento vibratório chama-se onda em programação. A envoltória de uma onda em propagação mostrará um máximo de amplitude de vibração em várias regiões ao longo de uma função da freqüência de vibração e das qualidades físicas da membrana. Esta característica é mostrada na fig. 5. O limite superior desta organização "tonotópica", bem como a discriminação da freqüência derivada, não é conhecida, mas parece claro que este mecanismo estático contribui muito pra nossa habilidade de discriminar altura.

O segundo mecanismo de discriminação de altura que funciona no órgão de Corti é um mecanismo dinâmico e nervoso. Em experimentos recentes, eletrodos de aproximadamente um micrometro de diâmetro (microeletrodos) foram colocados em células individuais do nervo auditivo e em outras regiões do sistema nervoso central auditivo. As pesquisas realizadas com estes "microeletrodos" mostraram que fibras nervosas especiais indo de encontro (e não partindo de) ao órgão de Corti inibem a resposta das células capilares imediatamente acima e abaixo da região de máximo movimento da membrana basilar. Isto é, estas fibras especiais tornam mais difícil as respostas das células capilares situadas de cada lado das células nervosas estimuladas ao máximo, e o efeito é um aumento da discriminação de uma freqüência da outra.

É importante também o fato anatômico de que todas as células capilares (fig. 4), que sabe-se serem primariamente envolvidas com a discriminação de altura, são ligadas a suas próprias fibras nervosas que chegam ao sistema nervoso central. Assim, informações detalhadas e precisas quanto à altura são transmitidas aos centros nervosos superiores.

Muito mais coisas acontecem com os sinais nervosos que atravessam estas 25 mil ou mais fibras para entrar no sistema nervoso central, pois por mais sofisticados que sejam os mecanismos descritos, eles não são suficientes para responder pela incrível discriminação de altura mostrada por algumas pessoas. Um dos mecanismos internos ao sistema nervoso central que sabidamente aumenta nossa discriminação de altura é o seguinte.

Pesquisas neurofisiológicas com microeletrodos estabeleceram que a discriminação de freqüência tem lugar em vários níveis dos circuitos nervosos à medida que os impulsos chegam às porções do cérebro que em última análise processam e analisam os impulsos auditivos. Dentro do cérebro, mas não em seu nível mais elevado (cortical), os mecanismos de inibição aparecem para reduzir a resposta nervosa para uma entrada casual (aperiódica), e para acentuar uma respostas específica. Tudo isso ocorre num sistema que normalmente não "segue" ou rastreia com freqüências de estímulo além de 200 Hz.



Onda em propagação de diferentes freqüências na membrana basilar (segundo von Bekesy).

Este é um apanhado necessáriamente breve. Entretanto, espera-se que seja possível inferir algumas idéias da origem do sistema auditivo, assim como seu desenvolvimento e funcionamento. A complexidade e sofisticação do sistema deve ter ficado clara. O que deveria ficar também claro é que um grande número de processamentos de sinal tem lugar mesmo antes que o sinal alcance sua destinação final, as regiões auditivas do córtex do cérebro. Uma discussão dos processos que ocorrem nas diversas áreas do cérebro relacionadas com a audição podem fornecer um maior entendimento da psicologia da audição. Este empreendimento, relaionando a fisiologia e a psicologia da audição, transcende o presente tópico em complexidade, e exige um tratamento em separado.

CLÁUDIO CESAR DIAS BAPTISTA

CURSO DE ÁUDIO

1º LIÇÃO

Pretendo apresentar a você uma nova série de artigos em forma de curso sobre áudio.

Trabalhos muito interessantes sobre este assunto já foram realizados no Brasil, como por exemplo, o "Curso Esse de Alta-Fidelidade" a que já me referi em artigo anterior, dos Engenheiros Paulo e Helio Taques Bittencourt.

Meu objetivo é um pouco diferente daquele dos autores dos referidos trabalhos; daí acreditar que vale a pena acrescentar mais esta contribuição.

Pretendo atingir o leitor que absolutamente não seja um "iniciado" de maneira a permitir até ao mais jovem a compreensão clara, mais da essência do que dos requintes das definições exatas.

A atitude que espero de você é a de quem lê um romance. Coloque a mentalidade crítica, a desconfiança natural que surge em artigos técnicos e "deixe-se levar". Permita-se emoções, entusiasme-se comigo! Isto lhe dará muito maior aproveitamento. **Após** ter formado a idéia geral que pretendo comunicar-lhe, só então, analise mais racionalmente, avalie, critique e extraia o seu próprio ponto de vista. Relaxe-se, pois! Não corre qualquer perigo.

Sendo eu um auto-didata em áudio, acredito estar perto dos problemas enfrentados pelo amador ao tentar decifrar textos, catálogos de equipamentos, etc., ou entender os por ques de determinados resultados obtidos ou não com seu sistema de som. Quando julgar interessante, chegarei à definição teórica e exata.

Neste preciso momento, estou escrevendo a você, deitado no tapete de meu estúdio, cabeça em direção ao centro de meu sistema de som. A meus ouvidos e ao corpo todo chegam as grandiosas vibrações de um órgão de tubos verdadeiro. Ouço e sinto a Tocata em ré menor de Bach. . . O prazer de ter conseguido, após anos de trabalho árduo, trazer para perto de mim a qualquer hora um espetáculo como este, é divino. . . Os médios límpidos são formados no espaço nas posições originais dos tubos correspondentes, pelos meus potentes "horn-drivers" JBL 2420. Os graves me envolvem e fazem balançar as próprias paredes, aveludados, sem qualquer distorção, vindos do canto da sala, onde os "woofers" JBL 2231 vibram, orgulhosos.

Diria você: "que seria, no entanto, de tal resultado, se não fosse o dinheiro necessário para a compra de tal equipamento? "

Aqui, justamente, está a vantagem de se **conhecer antes** aquilo que se pretende realizar, para **depois** por mãos à obra. Não gastei fábulas como pode parecer. Estudei, apenas, os **pontos-chave** da cadeia de equipamento que forma um sistema de som. Não fiz concessões. Onde havia necessidade de usar o melhor, o mais caro, usei. Mas, por incrível que pareça, apenas em **dois** pontos do sistema fui obrigado a ser intransigente. Estes foram: a **cápsula e agulha** no toca-discos e o "**driver**" da corneta de médios (driver é uma espécie de altofalante; explicarei depois, em detalhe).

Todo o resto do sistema é de minha própria construção e projeto, ou de amigos; o toca-discos, apenas, foi comprado pronto, mas é unidade de preço médio, que modifiquei para atender às minhas necessidades.

Que seriam dos orgulhosos JBL 2231 se não estivessem auxiliados por dois "woofers" **brasileiros,** feitos sob encomenda e de preço accessível, montados em duas "caixas" feitas por mim com tubos de PVC e baratíssimas? Certamente não poderia ter os graves profundos abaixo de 30 Hz que me fazem agora vibrar o corpo se usasse apenas os JBL!

Que seria, também, dos "drivers" de médios sem as cornetas de alumínio que eu mesmo fundi para eles e que me sairam por 1/5 do preço de equivalentes importadas? Simplesmente não funcionariam.

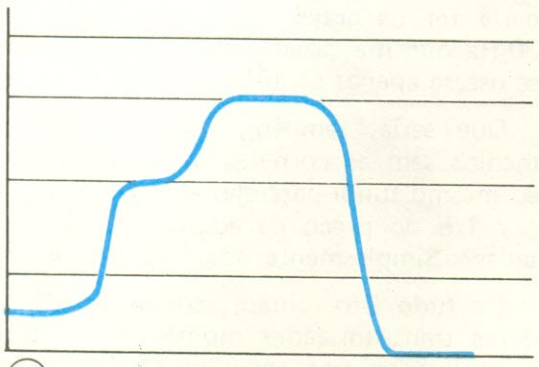
De tudo isto, então, sem os amplificadores transistorizados montados por mim e projetados por meu amigo Leonardo, por um "custo por Watt" inferior ao de qualquer outro sistema, mesmo nacional, que me permitiu uma folga na potência de reserva que atinge a casa do milhar de Watts?

É para animar a você, interessado em fazer seu próprio sistema, em saber comprar o melhor pelo preço que desejar pagar, em aperfeiçoar o sistema de som já existente, com trabalho voltado para os **pontos-chave,** que escrevo estas linhas. Deverá ter notado atrás que esses pontos-chave se relacionam mais com "transdutores" (ou **altofalantes** e a cápsula do toca-discos). É justamente **aqui** que o trabalho de aperfeiçoamento rende mais resultados do que em qualquer outra parte do sistema de som. Isto porque é neste ponto que está aquilo que mais "distorce", que mais problemas traz a você em todo o conjunto de aparelhos usado para obter o som, seja este aí reproduzido ou mesmo produzido.

Se fizessemos uma curva de avaliação da "qualidade" de um sistema de som qualquer encontrável nas residências e no mercado, obteríamos algo parecido com a fig. 1. Esta curva é arbitrária, "chutada", mas, por incrível que pareça, muito mais pró-

xima da realidade do que a maioria imagina. Algo parecido pode ser apresentado a respeito dos sistemas de som para músicos (fig. 2).

Você pode pensar que exagero ou sou como certa pessoa, famosa, dos juris de



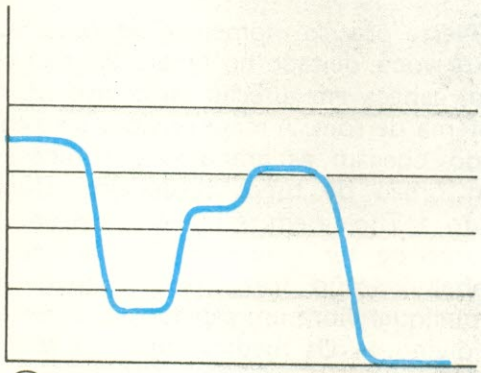
1

programas de calouros, que "não perdoa"... Só posso dizer que é triste mas que, quanto aos **altofalantes,** não se pode perdoar! Mesmo os melhores do mundo **não prestam,** se comparados em eficiência, distorção, peso, preço e tudo o mais com as outras partes de qualquer sistema de som. A maior honra que um altofalante e sua caixa alcançaria em meu sistema de avaliação seria "Regular" (e olhe lá!).

Enquanto um amplificador qualquer produz distorções da ordem de 1% ou muito menos, próximo a seu nível máximo de saída é de 0,1% ou muito menos a níveis médios, qualquer "bom" altofalantes, mesmo os melhores importados distorce **dezenas** (!) de vezes estes valores, para os mesmos níveis máximo e médio, ou então, tem baixíssima eficiência e/ou não é praticável comercialmente.

Se me referir a **resposta** a freqüências, então fica mais triste ainda o caso; desisto de fazer qualquer maior comparação... O melhor altofalante reproduz razoavelmente três oitavas, enquanto que qualquer amplificador reproduz as onze audíveis ou até muito mais, com uma dada eficiência e distorção. Existem tipos de altofalantes não convencionais que prometem melhor desempenho, mas nenhum ainda se firmou comercialmente.

Por tudo isto, ao fazer minhas preces, rogo ser iluminado com a idéia de um



2

novo tipo de altofalante, mais parecido com o que os deuses devem usar lá em cima, pois os daqui de baixo não obedecem à lei da similitude. . .

Façamos uma suposição explicativa.

Você tem um amplificador de 100 Watts. Por ora não interessam mais detalhes sobre o que sejam 100 Watts. Basta dizer que, quanto mais Watts, mais "alto" ele pode tocar.

Ligue a ele um altofalante de rádio de automóvel ou o mais comum que encontrar. A **eficiência** desses altofalantes anda entre 0,1 e 1%. Isto quer dizer que, dos 100 Watts aplicados, você terá apenas 0,1 a 1% de som! (enquanto o altofalante "agüentar"). Se você usar, no entanto, um altofalante da melhor qualidade, importado (pois os melhores nacionais estão, queiram ou não seus fabricantes, muito abaixo daqueles em eficiência), poderá obter até 10% de eficiência, o que lhe dará até 10% dos 100 Watts em **som.** Usando **cornetas,** você chegaria até 35 ou mesmo 50%!

Ficando entre os 0,1 a 10% dos alto-

falantes comuns, não é preciso ser gênio para perceber que a diferença é de 100 vezes entre o rendimento do pior e do melhor altofalante! É o mesmo dizer, portanto, que **conforme o altofalante,** seu **amplificador** passa a valer por 100!!! É fácil verificar que, por pior que seja um amplificador de 100 Watts, a não ser que esteja "pifado", jamais haveria tanta diferença entre dois modelos. É também o mesmo dizer que, com apenas 1 Watt, você terá o mesmo nível de som audível que com 100 Watts, respectivamente no "bom" e no "mau" altofalante. A distorção de qualquer amplificador convencional de 100 Watts é bem menor a 1 Watt que a 100 Watts, daí o resultado superior ao usar-se o "bom" altofalante ao mesmo nível que o mau.

A tempo — para os iniciados — estou cansado de saber que existem mil outros parâmetros a considerar, mas isto não invalida a idéia fundamental do argumento que, aliás, já é bastante anterior a mim.

Dito tudo isto, espero que você concorde comigo em iniciarmos nosso curso pela parte mais "modificável com bons resultados" nos sistemas de som, ou seja, os **altofalantes** e sua relação com o som **em si mesmo,** logo após este ter saído do altofalante e atingido seu ouvido e seu corpo, influenciado em meio do caminho pelo **ambiente** em que se propaga, sendo então percebido.

Antes de começar essa parte, desejo bradar um alerta aos fabricantes de altofalantes nacionais. Entre a ética e a verdade, principalmente quando esta última pode representar um atraso no desenvolvimento de um setor da produção brasileira e atingir setores correlatos, como até o da música, sou obrigado a preferir esta última. O brado, que seja reproduzido por todos os altofalantes brasileiros, é o seguinte: USEM FIO DE SECÇÃO RETANGULAR NAS BOBINAS MÓVEIS DOS ALTOFALANTES!! Pelo menos naqueles que prete em vender a níveis "profissionais"!

Você, que virou ponto de interrogação após ler isto, saiba que a Indústria Brasileira está "marcando"... Ou, o que é pior, esta fazendo você "marcar"...

Hoje em dia é proibida, a não ser em casos muito especiais, a importação de altofalantes. Mesmo nos casos especiais, esta é taxada proibitivamente.

O Governo está certo! Errados são os fabricantes que não aproveitam a situação para suprir a falta, no mercado, de altofalantes **realmente** profissionais. Efetivamente! Às vezes o nome de uma coisa faz muito por ela! Se fossemos mais exatos, deveriamos chamar a estes transdutores "BAIXOFALANTES" pois, de alto, eles só têm o preço!...

Um dos melhores "woofers" brasileiros, se não o melhor, é um modelo especial, feito sob encomenda, por uma das maiores industrias do ramo. Tem 380 mm (15") ou pouco mais. Reune bobina móvel de 76 mm (3") (lamentavelmente, de papelão) chassis de alumínio usinado e outras vantagens encontráveis em altofalantes Altec, americanos, como o modelo 421-8H.

Ponha-se este altofalante brasileiro ao lado de um JBL 2231, que é um dos melhores "woofers" do mundo, mas que **não** é altofalante de extrema eficiência. O nacional soará, excitado por mesma potência e na mesma faixa de freqüências baixas, aproximadamente **quatro** vezes "mais fraco". **Por que?** O altofalante nacional possui **todos** os requisitos para chegar à eficiência do Norte-Americano **sem** deterioração da curva de resposta e demais parâmetros. Há apenas uma diferença, pequena, responsável pela maior parte deste resultado inferior: é o **fio usado no enrolamento da bobina móvel.** (!) Parece (e é) fácil fazer uma trefiladora que "achate", no mínimo de um lado, o fio de cobre de secção circular, mas isto não foi feito no Brasil, pelo menos em escala industrial. As demais diferenças nos dois altofalantes existem, mas esta é a principal.

Se você comparar este altofalante nacional a um mais parecido ainda com ele, o Altec 421-8H, americano, terá o mesmo resultado na região dos sons mais graves.

Outro teste. Tomem um altofalante Altec 421-8H, com a bobina móvel de fio de cobre retangular "queimada". Substitua **apenas** a bobina por uma nacional, com fio de seção circular. Compare o altofalante consertado com um outro 421-8H, original, em perfeito estado. Você terá a mesma queda de quatro vezes o rendimento, aproximadamente!

É ou não é culpa do fio? Se até hoje houve desculpa para o uso de fio comum, agora não há mais. Enquanto isto não for tentado e realizado no Brasil em escala industrial, serei obrigado a colocar, naquela "curva de qualidade" a TODOS os altofalantes nacionais feitos em série, na região de MAU para baixo — sem dó!

Quando, em lições a seguir, explicar o funcionamento de um altofalante, darei a você o motivo da grande diferença devida ao fio. E existem ainda outras! Por enquanto, **acredite** apenas. E comece a clamar junto comigo! É assim que o País vai para a frente!

O SOM

Após a "entrada de sola" na questão "altofalantes", deixarei a idéia geral dessa primeira parte curtindo em sua cabeça enquanto passo a uma seqüência mais sistemática. **Tenha sempre em mente que o elo mais fraco de um sistema de som geralmente é o altofalante.**

Um dos maiores problemas que tive, ao freqüentar a escola, sempre foi estar estudando algo sem saber muito bem **por que.** Pois bem; o que se segue está indissoluvelmente ligado ao que expus até aqui. Mantenha viva a idéia de uma corrente com um elo mais fraco. Estaremos trabalhando por algum tempo, principalmente no sentido de reforçá-lo, mesmo quando explicações, gráficos e teorias mais prolongadas fizerem um tipo qualquer parecer predominar. Se você sair desta leitura com a idéia central da curva de qualidade da fig. 1 apresentada na cabeça, terá aproveitado o que pagou pela nossa Revista.

Passo a estudar, com você, o SOM, para podermos compreender os problemas relacionados à sua reprodução.

A NATUREZA DO SOM

O Homem é, dos seres visíveis que conhecemos, aquele que mais se relaciona, em tempo e espaço, com o Universo que o cerca; isto é conceito quase intuitivo, de tão fácil de concluir.

Não é preciso estudar doutrinas orientais para perceber a importância do fenômeno subjetivo em relação ao objetivo. É tão grande esta importância, que há quem negue totalmente a do fenômeno puramente objetivo. Como estou escrevendo para pessoas também interessadas na parte objetiva das coisas, deixarei a interpretação filosófica reunida na idéia de que "vale mais quem se relaciona mais". A parte mística da coisa fica mesmo a seu critério conhecer. Daqui por diante, passarei a ocupar-me do relacionamento objetivo, material, para que, estabelecido um bom sistema de relação e uma compreensão do mesmo (seu equipamento de som) você possa "curtí-lo" mais e mais, subjetivamente e dar sentido a ele em suas próximas viagens pelo mundo do som.

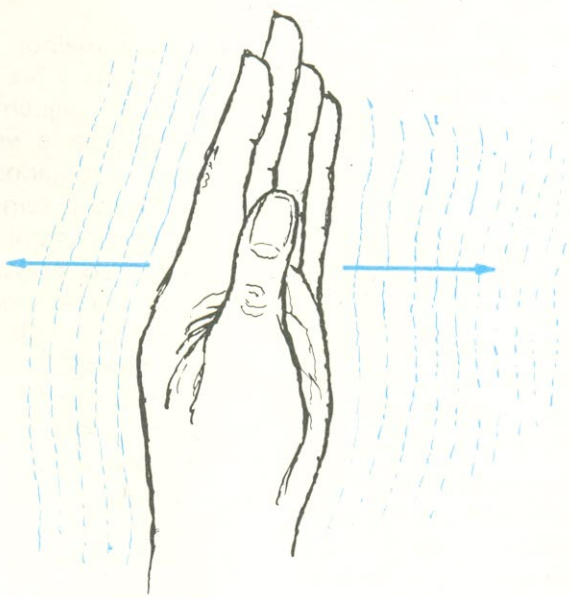
Mais ou menos a meio do caminho entre o mundo objetivo e o subjetivo situa-se o estudo da "Psico-Acústica" — ciência que se interessa, em resumo e simplificadamente, pela compreensão daquilo que realmente **ouvimos,** em relação àquilo que fisicamente chega a nossos ouvidos em forma de vibrações. A abordagem, a seguir, será mais objetiva ainda da que nos

pediria a Psico-Acústica. Descerei ao fenômeno puramente físico; este é o que dá mais material para coisas como a escrita destas linhas, a explicação "careta". Somese ao entendimento deste fenômeno sua avaliação subjetiva, alguns lampejos místicos, conceitos filosóficos e psico-acústicos que você mesmo poderá desenvolver e terá alcançado uma razoável "iluminação" no mundo do som.

A seguinte é a explicação clássica do fenômeno sonoro. Peço atenção a existência de quem discorde desta abordagem, como o autor radicado no Brasil, José Antonio Hernando (in "O Som... Esse desconhecido. Um desafio à Física atual". — Editora do Escritor). Confesso não ter chegado a analisar profundamente e comparar suas teorias com as existentes, pois não afeta muito os resultados práticos que mais me interessam. Isto não quer dizer um cientista brasileiro não deva estudar e verificar a profundidade e validade de tal discordância, pois não me consta haver pesquisas e conclusões abalizadas a respeito da tese do Sr. Antonio Hernando, a qual, se original e válida, tem o mérito de ter sido concebida em nosso País.

Escolhi a explicação convencional, não porque seja absolutamente verdadeira, mas porque não possuo meios de, eu mesmo, averiguar a verdade e, também, porque serve como base de discussão do fenômeno e sua aplicação. É mais ou menos como não se ter de saber de que é feita uma tinta para ser um artista pintor, como diz Alec Nisbett, da BBC. Isto poderá, no entanto, levar a futuros dissabores, como os que teve o Artista que ignorou detalhes físicos na preparação da massa para a pintura da "Última Ceia". Submeto-me ao perigo, assim mesmo, pois ainda assim, a "Ultima Ceia" é o que é.

Mova um objeto, por exemplo, a mão, no ar. Notará, enquanto a move vagarosamente, que não ouvirá qualquer som. As pequenas partículas ou moléculas de que se compõe o ar rodearão sua mão e se encontrarão do outro lado. À medida que for acelerando o movimento, supondo que fosse capaz de mover sua mão, indo e vindo, até dezenas ou mesmo milhares de vezes por segundo, o movimento das partículas de ar irá se tornando diferente. Isto acontece porque **o ar é elástico** Ao invés de continuar simplesmente a



rodear a mão, começará a rarefazer-se do lado que recua e a comprimir-se do lado que avança.

VELOCIDADE DO SOM

A **compressão** do ar (e a descompressão) **viajará** do ponto onde se originou, em contacto com sua mão, com uma determinada velocidade que é **constante**. Note que **não depende** esta velocidade, **da velocidade com que você move a mão**! Essa velocidade é a chamada "velocidade do som", justamente aquela que um avião a jato, um foguete ou um projetil conseguem ultrapassar, ao "romperem a barreira do som". Conforme a altitude e a conseqüente pressão atmosférica do local onde se produza o som ou conforme o material em que se propague e a distância entre seus átomos ou moléculas, esta velocidade variará. Em condições médias, é de 330 metros por segundo, no ar. (Figura 3).

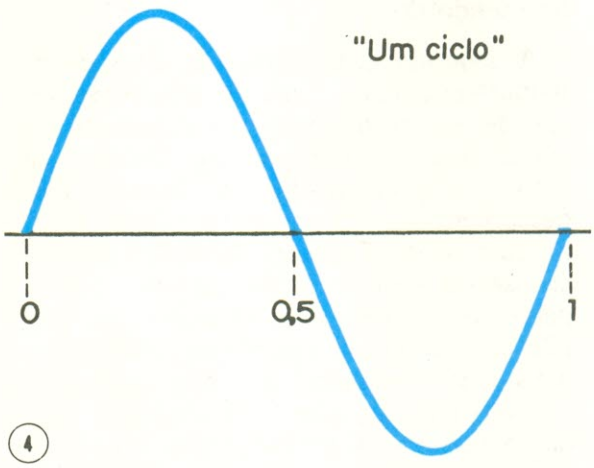
Note bem que, se você apenas mover a mão, mesmo vagarosamente, a perturbação (pressão) causada no ar pelo movimento, chegará em um segundo, a 330 metros de distância!. . .

FREQUÊNCIA – HZ (HERTZ) E C.P.S. (CICLOS POR SEGUNDO)

A velocidade de propagação da pressão ou depressão no ar, ou seja, "do som", varia pouquíssimo em função do rítmo rápido ou lento com que você moverá a mão. Se o fizer 20 vezes ou 20 000 vezes por segundo, a velocidade será aproximadamente a mesma. À relação entre o número de vezes que moverá a mão e 1 segundo, chamamos "freqüência".

A freqüência seria então medida em "ciclos por segundo". Para os cientistas é, no entanto, mais conveniente usar o termo "HERTZ", sendo um HERTZ = um ciclo por segundo. Também nós adotaremos esta maneira de expressão.

Muitas vezes você terá visto uma figura como a de número 4. Esta, "nada mais é que "a representação gráfica do movimento de uma pequena porção de ar (ou de sua própria mão) ao vibrar.



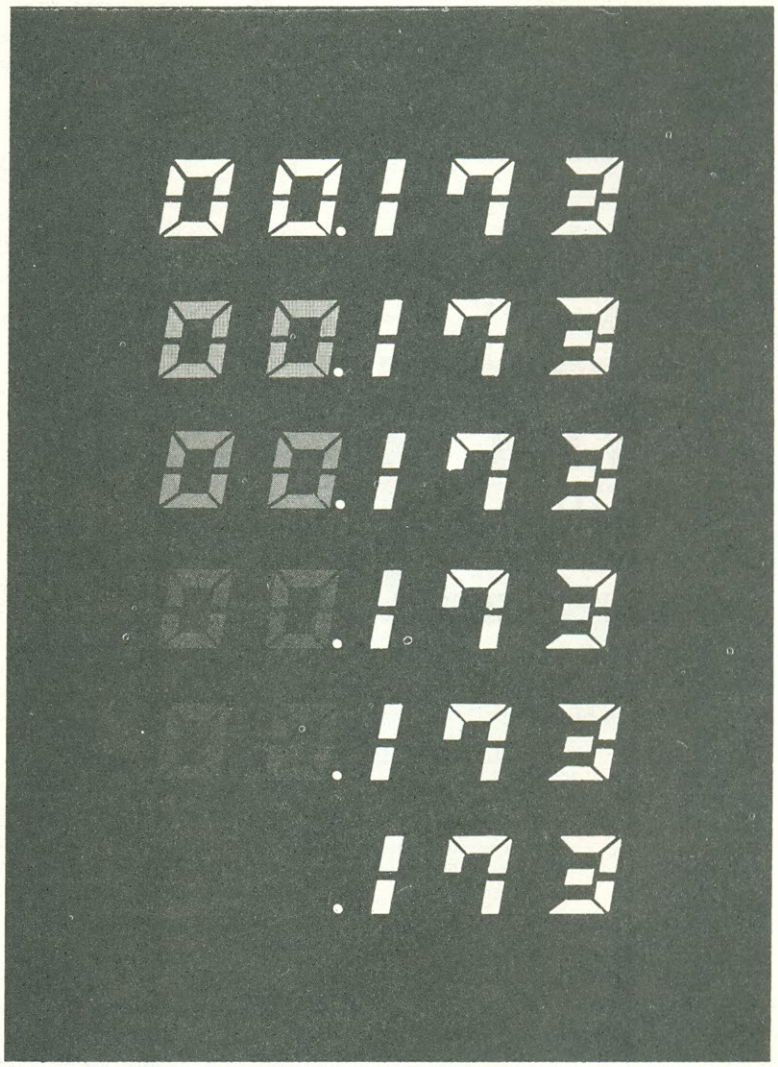
4

Para melhor compreender imagine que, enquanto vibra a mão de um lado para o outro, alguém puxa um papel por baixo da mesma e você tem um lápis preso à mão e apoiado no papel. O desenho formado seria semelhante ao da figura 4 (semelhante, também, aos que os motoristas fazem ao prestar exame psicotécnico). A cada ida e vinda completa teríamos um "**ciclo**". A cada segundo, conforme o rítmo da vibração da mão, lento ou rápido, teríamos um certo número de ciclos ou "ciclos por segundo" ou "Hertz", este número é a "FREQUÊNCIA" de vibração da mão.

Nota: para aqueles que desejem esgo ar o assunto teórico, será utilíssimo o livro "Acústica Técnica" do Professor Lauro Xavier Nepomuceno – ETEGIL – São Paulo, SP., acompanhado por alguns compêndios de Matemática, se realmente quiserem entender tudo . . .

Supressão dos zeros não-significativos nos freqüencímetros digitais

Umberto Perroni, IWOAP

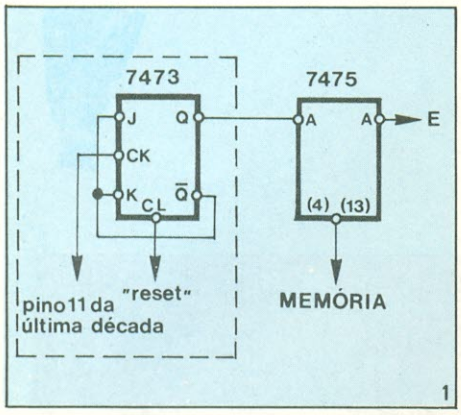


É notável — e até mesmo surpreendente — o enorme impulso adquirido pela eletrônica digital durante os últimos anos. Pouco a pouco, instrumentos de cálculo e medição baseados em mostradores analógicos vêm sendo substituídos por seus equivalentes digitais. Desde os tradicionais relógios de pulso ou parede, até os modernos multímetros — passando por seletores de canal de TV e máquinas calculadoras — o emprego de mostradores digitais luminosos em aparelhos eletrônicos torna-se cada vez mais generalizado.

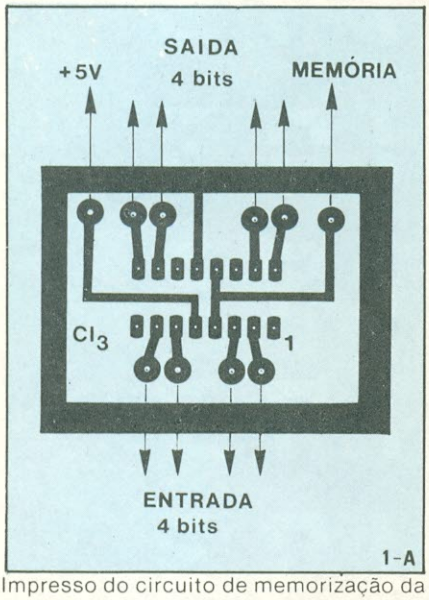
Por isso, é bastante compreensível o fascínio que este campo de pesquisa chega a exercer sobre os aficcionados da eletrônica moderna. E é para esses aficcionados que apresentamos este circuito, que representa apenas um entre os inúmeros pequenos acessórios que podem ser instalados em um freqüencímetro digital, e visa à supressão dos zeros não-significativos durante um processo de medição. É o circuito ideal para ser incluído no projeto de freqüencímetros digitais ou para ser utilizado em instrumentos já montados.

O projeto é apresentado em duas versões: a primeira pode ser adaptada a qualquer circuito cuja memória (latch) seja separada da decodificação; a segunda aplica-se aos circuitos que fazem uso do integrado 9368, que possui memória e decodificação conjugadas.

Como se pode notar na figura 1,



1



1-A

Impresso do circuito de memorização da figura 1 e 3.

CI_3 pode dar um máximo de quatro cifras.

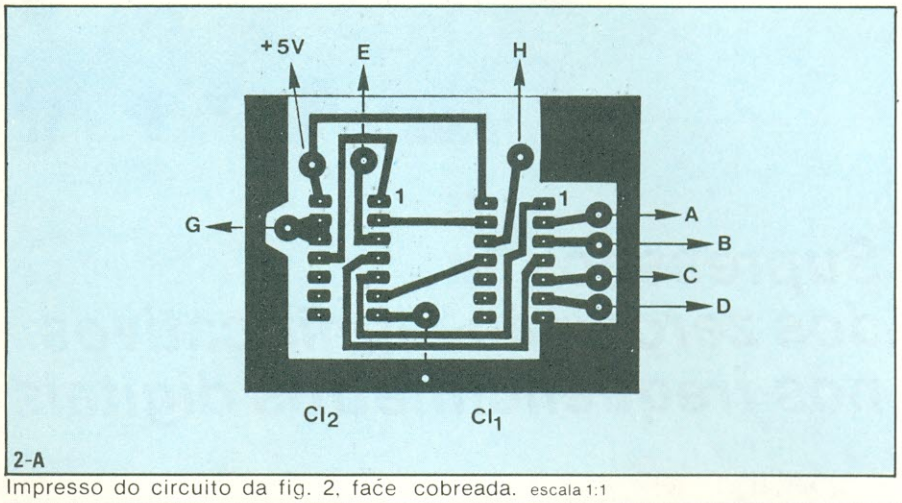
Para o circuito da fig. 3, a entrada "memória" deve receber um sinal invertido em relação à linha de memorização.

escala 1:1

a informação de excesso de leitura (over-range), obtida no clássico circuito presente em qualquer frequencímetro, é aplicada a um dos quatro bits de uma memória 7475, que a memoriza e a aplica ao pino 5 (RBI) do 7447, 7448 ou 9368 da primeira cifra.

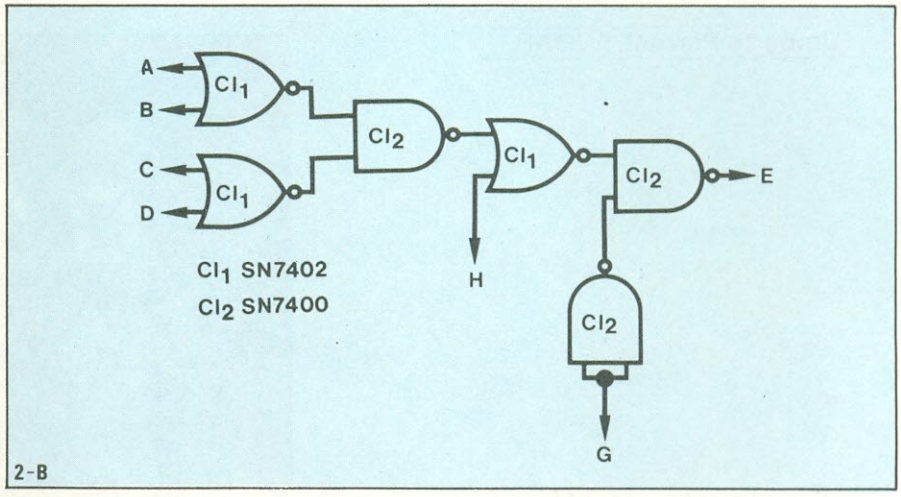
Desta maneira conseguimos a supressão do primeiro zero; a supressão dos zeros seguintes é um pouco mais complicada.

Nas figuras 2 e 3 temos a descrição do cicuito para uma cifra, e basta repeti-lo para se conseguir o mesmo com cada uma das cifras. As condições que determinam a supressão de um zero são três: 1) que a cifra antecedente seja zero; 2) que não haja o ponto decimal, antecedente; 3) que seja autorizada a supressão do zero precedente.



2-A

Impresso do circuito da fig. 2, face cobreada. escala 1:1



2-B

No caso da versão adaptada ao 9368, todas essas informações devem ser consideradas apenas durante o impulso de memorização, e a informação destinada ao pino RBI deve ser memorizada pelo 7475, como na primeira cifra.

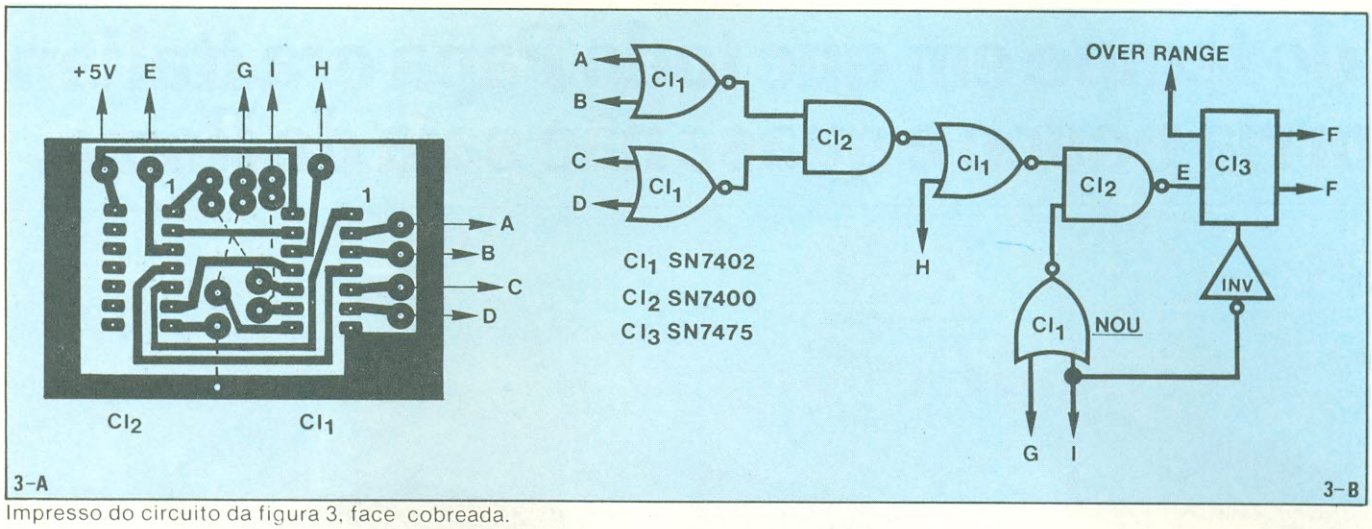
No circuito da figura 2 (adaptado para o 7447 ou para o 7448), temos na saída do pino E um nível zero (isto é, o zero suprimido) apenas com as condições estabelecidas, enquanto que o zero permanecerá aceso em qualquer outra condição.

No circuito da figura 3, por outro lado, temos uma informação no pino E apenas durante o impulso de memorização, e durante tal impulso esta informação será memorizada até o próximo controle. O pino E da figura 2, e o pino F da figura 3 serão aplicados ao pino 5 (RBI) dos vários integrados decodificadores utilizados. Os pinos A, B, C e D serão ligados ás entradas A, B, C e D do integrado decodificador antecedente à cifra a controlar, enquanto que o pino G será ligado ao pino 5 da cifra antecedente. O pino H será ligado ao ponto antecedente de modo a se obter um nível "1" quando o ponto estiver aceso e nível zero quando for suprimido. O pino I, finalmente, será ligado à linha de memorização.

O circuito não é complicado, e pode ser realizado por qualquer pessoa com um mínimo de experiência com integrados digitais. Pode ser uma boa idéia substituir a porta que excita a memória por uma equivalente de potência, mesmo que este circuito não seja utilizado.

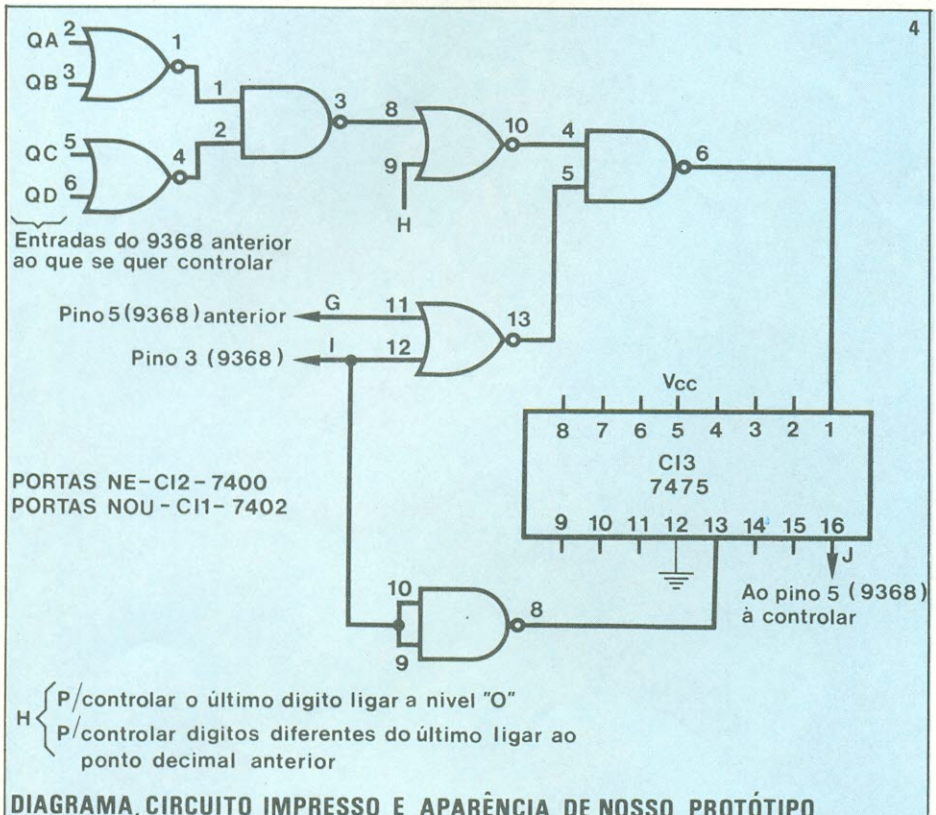
A palavra da Nova Eletrônica

Na figura 4, vemos a foto do protótipo montado em nosso laboratório. Selecionamos para o teste aquele circuito a ser utilizado com o de-

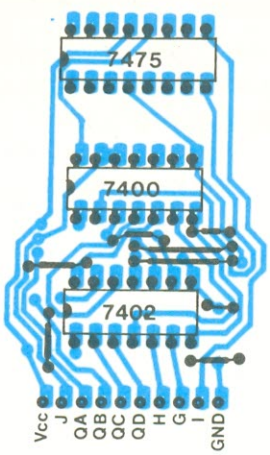


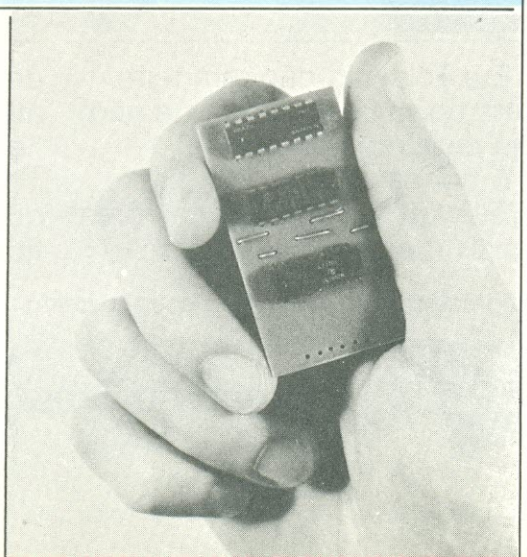
Impresso do circuito da figura 3, face cobreada.

escala 1:1



DIAGRAMA, CIRCUITO IMPRESSO E APARÊNCIA DE NOSSO PROTÓTIPO





codificador 9368, devido à popularidade deste componente.

Foi comprovado que o circuito funciona perfeitamente, não só em freqüencímetros, como sugere o autor, mas também em outros instrumentos digitais que utilizem o mesmo sistema de decodificação para o "display". Em nosso caso, o circuito foi testado com o Capacímetro Digital da Nova Eletrônica, fornecendo excelentes resultados.

Observação: O(s) circuito(s) pode(m) ser alimentado(s) pela fonte do próprio instrumento onde é (são) utilizado(s).

© - *Copyright CQ Elettronica*

PRÁTICA

A VERSÁTIL REDE DUPLO T

Nem sempre os grandes problemas exigem soluções complexas ou rebuscadas. Algumas invenções simples e elementares — como a roda ou a alavanca, por exemplo — conseguiram imprimir um notável impulso na tecnologia primitiva do homem, e vêm acompanhando o desenvolvimento tecnológico da civilização desde as primeiras carretas do Neolítico até as sofisticadas máquinas voadoras contemporâneas.

O mesmo pode ser dito no terreno da eletrônica aplicada. Numa época de microprocessadores e circuitos integrados, a rede duplo T — um circuito simples e bem conhecido, formado por três capacitores e três resistências — apresenta ainda uma das melhores soluções para a construção de filtros de freqüências variáveis ou de osciladores de baixa freqüência, como os que são aqui sugeridos para o montador.

Marino Miceli, 14 SN

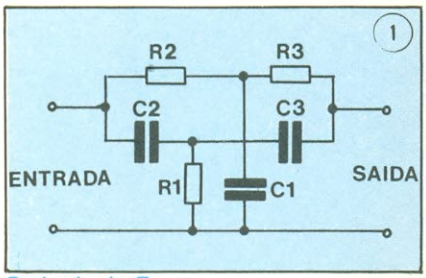
1. Filtro supressor com gama variável de freqüências

O circuito apresenta uma interessante propriedade da rede, que é a de ter uma função de transferência igual a zero para determinadas frequências, dependendo da constante de tempo RC dos vários componentes da figura 1. Isto significa que, calculando-se os valores de maneira oportuna, pode-se suprimir frequências dentro de uma extensa faixa, que vai da frequência mais baixa até as ondas longas.

No esquema da figura 2, com os valores indicados e os comutadores a três vias e três posições, é possível variar a gama de frequências dentro de uma banda compreendida entre 20 Hz e 28 kHz. Atuando, portanto, sobre P1 e P2/P3, escolhe-se na banda a frequência a ser eliminada. Esta rede é pois utilíssima em laboratórios de audio para ajuste e verificação de sistemas de alta fidelidade, sendo de grande valia também para o amador no aprimoramento da recepção, atenuando os zumbidos devidos a interferência de estações muito próximas à considerada.

Aqueles que possuem um receptor para SSB, por exemplo, podem escutar as estações em fonia, em duas bandas, como se fosse apenas uma, escolherá das duas a de menor interferência, e uma vez ajustado o filtro, o resíduo de zumbido da portadora será eliminado, bem como qualquer interferência mais persistente.

O melhor ponto para a inserção no receptor é antes do primeiro estágio BF, interrompendo-se a conexão no potenciômetro do volume,

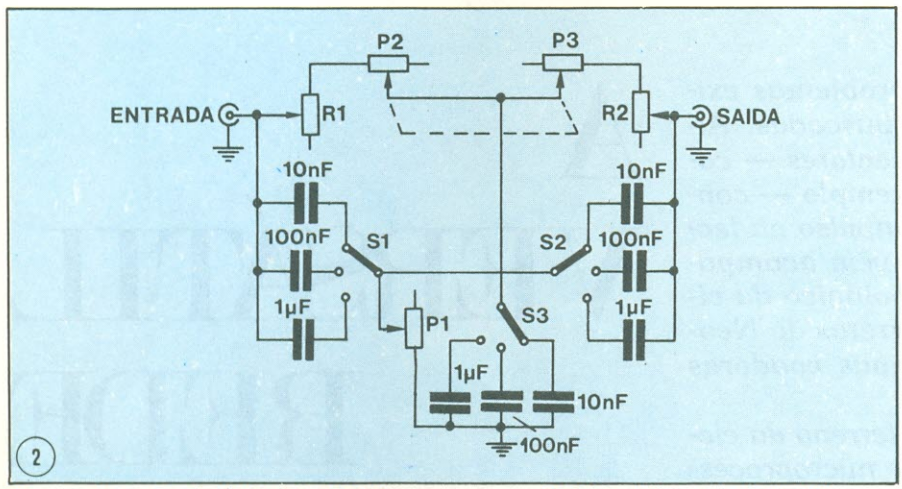


Rede duplo T

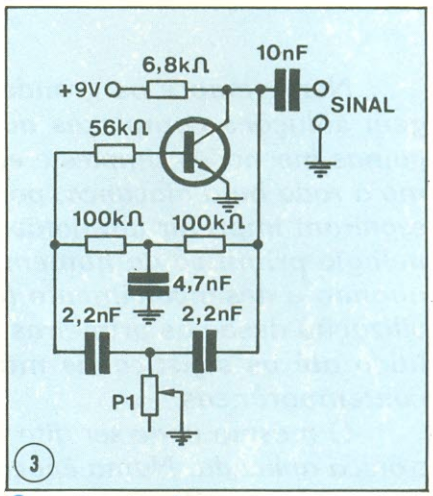
por exemplo, e ligando-se a saída do estágio à entrada do filtro por meio de um cabinho blindado; em seguida injeta-se o sinal do filtro no potenciômetro por meio de um outro cabinho. Naturalmente, tratando-se de baixa frequência e a baixo nível, o filtro inteiro deve ser blindado, sendo aconselhável a utilização de uma caixa metálica.

2. Oscilador BF

A propriedade do filtro duplo T de apresentar uma impedância elevada para uma certa frequência é utilizada na fig. 3 para construir um oscilador que fornece uma nota límpida e estável. O transistor pode ser qualquer NPN para baixa frequência.



P1 — potenciômetro linear de 25 kΩ
P3 — potenciômetro linear conjugado de 100 kΩ
S1, S2, S3 — comutadores de 3 vias e 3 posições



R1, R2 — trimpots de 20 kΩ
Os condensadores fixos são **mylar**
Capacitores mylar
Resistores de ¼ W
P1 — potenciômetro de 50 kΩ

Uma vez fixados ao painel o potenciômetro P1, o duplo P2/P3 e o comutador, pode-se considerar a montagem quase completa. Os capacitores **mylar** são soldados, por um lado, nas linguetas do comutador, e por outro lado a um comutador único isolado, que representa o polo comum para os capacitores de entrada (S1) e de saída (S2). Os capacitores ligados na seção S3 do comutador tem, ao invés, o outro lado ligado à terra, e por isso os terminais são soldados a um condutor comum não isolado.

R1 e R2 são trimpots de 20 kΩ e servem para equalizar as eventuais diferenças de P2 e P3 nas frequências que mais interessem, sendo montados no interior da caixa, sobre duas barrinhas de baquelite onde, por meio de cabos fortes e reforçados, são ancorados os dois cabinhos blindados vindos do receptor e vice-versa.

R1 e R2 têm sua melhor posição ao redor de 11 kΩ , e uma vez que P1 e P2/P3 são sintonizados simultaneamente, aconselha-se a colocação do comutador no centro do painel.

Usando-se capacitores mylar de 22 e 47 nF, e fazendo apenas P1 variável, obtém-se frequências em torno de 1000 Hz, com uma possibilidade de variação contínua de ±250 Hz.

Este é o tipo do oscilador útil para "entrar" nos repetidores FM, para ajustar os transmissores SSB, para exercícios de telegrafia, para acionar modelos e jogos telecomandados, bem como para emitir um sinal acústico de chamada, num interfone caseiro.

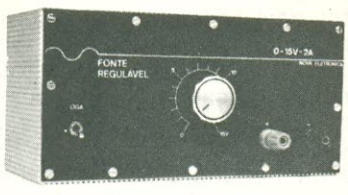
De acordo com o nível de saída desejado, a tensão de alimentação pode ser de 6, 9 ou 12 V. Para a construção do aparelho, pode-se utilizar uma placa de fibra de vidro padronizada,com os furos espaçados de 5 mm.

© **Copyright CQ Elettronica**

SUPERFONTE REGULÁVEL 0-15V-2A

Especificações técnicas: saída, 0 a 15 V ajuste contínuo; limitação de corrente a 2 A; proteção contra curto-circuito; regulação, 0,1% entre 0 e 1A de carga; ripple e ruído na saída, 100 mV.

A fonte de alimentação é um aparelho imprescindível na bancada do técnico.



KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

A MECÂNICA AJUDA A CONHECER A ELETRÔNICA

IVAN PEREIRA DE MELLO, PY2VJ

Muitas vezes, a comparação com alguma coisa que conhecemos bem ajuda a conhecer algo que desconhecemos. Em eletrônica, muitos princípios fundamentais podem apresentar alguma dificuldade de compreensão por não termos uma analogia que facilite o entendimento. Neste artigo, a mecânica vem auxiliar a assimilação de alguns conceitos básicos.

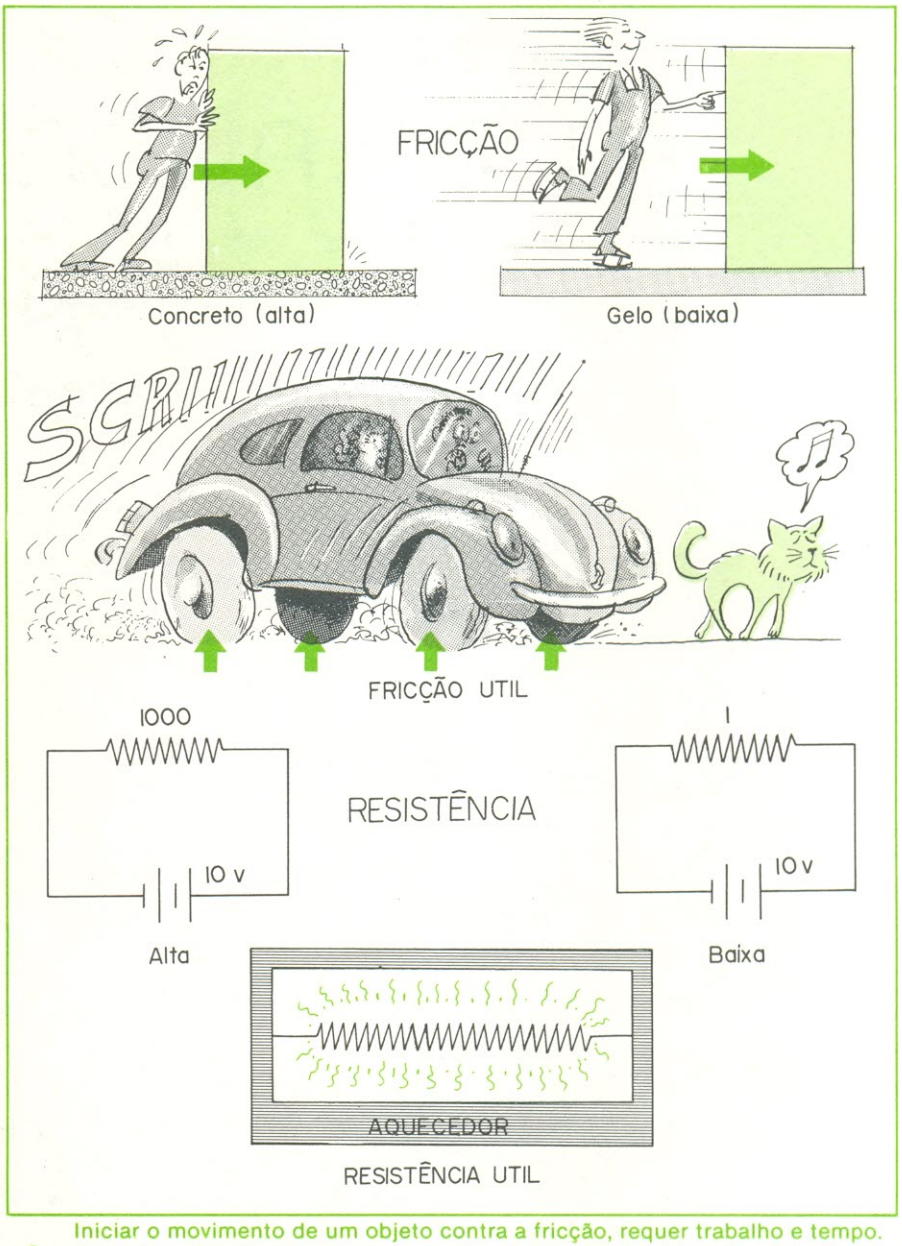
É muito comum, para aqueles que se iniciam no estudo da eletrônica, o surgimento de sentimentos de frustração e a crescente convicção de que os conceitos elementares são irreais, vagos e ilusórios. Há uma forte razão para isto acontecer: você não pode ver, tocar, ouvir ou observar diretamente um elétron e seu movimento. Também, nenhum de seus 5 sentidos percebe os campos eletrostáticos e magnéticos (eletromagnéticos) ou o funcionamento de um resistor, indutor ou capacitor; por isso, é necessário que você adquira, de algum modo, uma "sensibilidade" para estes conceitos, caso contrário se transformará em um apertador de botões, operando equipamentos dos quais você desconhece o funcionamento.

Embora você não possa observar diretamente os fenômenos eletrônicos para poder compreendê-los, é possível entendê-los substituindo-os por conhecimentos que você já tenha. Quase todo mundo cresce com um entendimento ou familiaridade com coisas mecânicas; deste modo, vamos lançar mão de elementos e sistemas mecânicos bem conhecidos para explicar elementos e circuitos eletrônicos. Este tipo de comparação é mais conhecido como "analogia". Coisas similares mas não idênticas podem ser comparadas, e muitas vezes melhor compreendidas, pela analogia.

Muitos de vocês, certamente, já leram artigos onde se tentava explicar os fundamentos da eletrônica pelo uso de uma analogia hidráulica, que comparava o fluxo de elétrons em um circuito com o fluxo de um líquido dentro de um encanamento. Este tipo particular de comparação caiu em desuso porque qualquer tentativa de relacionar princípios hidráulicos com conceitos complicados em eletrônica (capacitância, indutância ou ressonância), dependeria de conhecimentos hidráulicos que não fazem parte do dia-a-dia da maioria das pessoas.

As analogias mecânicas, em literatura não-profissional, não foram muito utilizadas mas tem largo emprego na literatura técnica. Em alguns problemas, o uso de analogias é praticamente inevitável; por exemplo, temos a medição da impedância mecânica de uma estrutura em vibração, muitas vezes executada experimentalmente.

As analogias mecânicas são também úteis onde os fenômenos elétricos e mecânicos se sobrepõem, como é o caso dos alto-falantes.



Iniciar o movimento de um objeto contra a fricção, requer trabalho e tempo. Quanto maior a fricção, maior tempo e esforço serão requeridos. Se a fricção for reduzida, como no gelo, menos esforço é requerido. Alta resistência requer maior tensão elétrica para mover a corrente através do circuito; se a tensão for constante, uma pequena corrente fluirá. Se a resistência for reduzida, uma maior corrente fluirá para uma tensão constante. Fricção e resistência podem ser úteis, como nos freios de um automóvel ou num aquecedor elétrico.Em ambos os casos, a energia colocada no sistema é dissipada sob forma de calor.

RESISTÊNCIA — FRICÇÃO

Você já deve ter lido que um resistor opõe resistência à passagem do fluxo de elétrons, em um circuito qualquer, certo? Vamos, agora, fazer uma analogia mecânica: a fricção ou resistência mecânica se opõe ao movimento de uma máquina. O efeito da resistência ou fricção é, sempre, reduzir uma outra quantidade: a fricção (ou atrito) reduz a velocidade de uma máquina e a resistência reduz a corrente em um circuito (Fig. 1).

Fricção e resistência convertem energia em calor; os freios de um automóvel se aquecem na frenagem e o mesmo se passa com um resistor. A recíproca não é verdadeira pois, mesmo que você faça uma fogueira sob um freio ou sob um resistor, não conseguirá restabelecer a velocidade ou a voltagem! É por

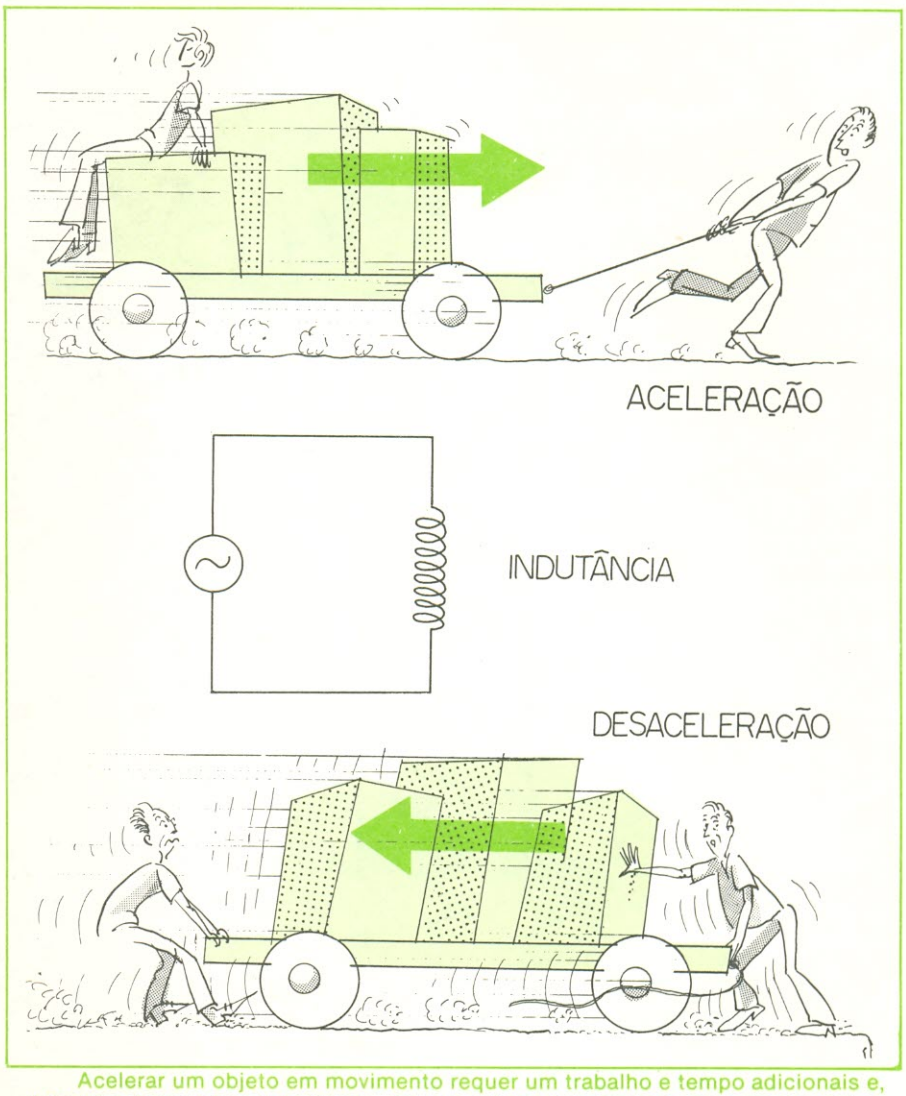
isso que se diz que a energia é perdida.

Às vezes a resistência é útil, assim como os freios são úteis para se parar um veículo. Em outras vezes, a resistência (ou fricção) é altamente indesejável e grande esforço é feito para reduzí-la ou eliminá-la. Na criogenia, campo da física de baixa temperatura, o super-resfriamento é usado para reduzir a resistência elétrica em um circuito, a níveis quase indetetáveis. Em tal circuito, a corrente pode ser gerada para fluir por longos períodos de tempo, sem o acréscimo de mais corrente, graças à baixa resistência.

Similarmente, ar ou outro fluído resfriatório é usado para reduzir a fricção mecânica, como por exemplo nos enrolamentos a ar.

O fluxo de elétrons, partículas da matéria carregadas negativamente, é conhecido como corrente elétrica. A velocidade é a distância por unidade de tempo (p. ex.: 50 km/h) e a corrente é a carga por unidade de tempo (p. ex.: 2.000 C/h). Deste modo, carga e distância são coisas análogas.

Neste tipo de explicação, cada elemento é considerado como ideal, para exibir apenas uma forma de comportamento. Isto é, na realidade, uma super-simplificação do mundo real e não é sempre verdade sob todas as condições, mas pode justificar-se por tornar o aprendizado mas fácil.



Acelerar um objeto em movimento requer um trabalho e tempo adicionais e, uma vez alcançada a velocidade, parar o objeto requer quase que o mesmo trabalho e tempo empregado para a aceleração. Em um circuito elétrico onde haja um indutor, a tensão é aplicada para iniciar o fluxo de elétrons, mas a energia é utilizada para criar um campo eletromagnético ao redor da bobina e o fluxo de corrente leva algum tempo para alcançar seu valor máximo. Quando a tensão é removida e o campo desaparece, a energia inicialmente colocada na bobina é devolvida ao circuito, novamente levando algum tempo. Em um indutor a tensão precede a corrente.

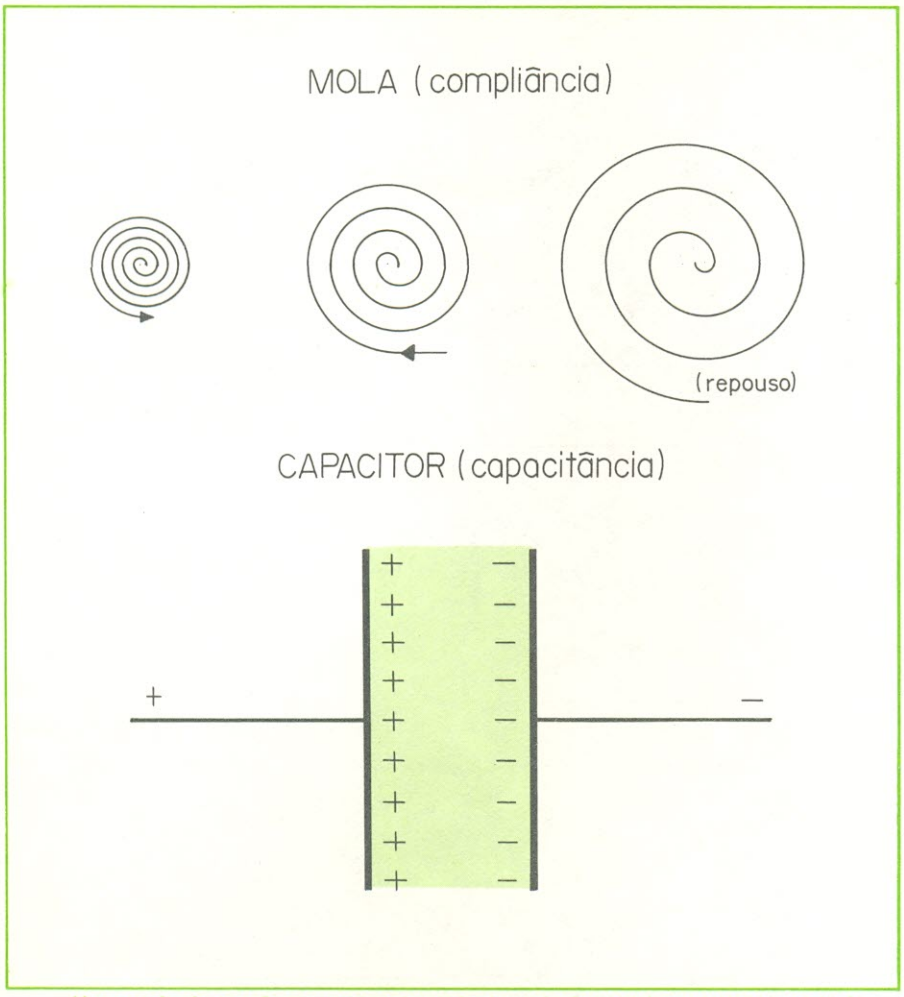
INDUTÂNCIA — INÉRCIA

A analogia mecânica de um indutor (bobina) é a massa. Você já deve ter tido a experiência de puxar ou empurrar um objeto pesado para colocá-lo em movimento e, provavelmente, descobriu que requer mais esforço imprimir-lhe um movimento rápido do que acelerá-lo lentamente. Do mesmo modo, depois de colocado em movimento, o objeto requer um outro esforço para pará-lo novamente; quanto mais depressa ele se movimentar, mais esforço você terá que dispender para pará-lo rapidamente (Fig. 2)

Este efeito se deve à massa do objeto e à sua velocidade. O objeto, uma vez em movimento, possui algo que você colocou nele — **energia cinética** — a energia do movimento, e sua quantidade depende de quanto esforço você fez para superar a inércia do objeto.

A energia cinética possuída pelo objeto em movimento é perdida para a fricção à medida que decresce, ou retorna para você quando há a oposição ao movimento na tentativa de parar o objeto rapidamente. Você provavelmente observou que, para parar o objeto, precisa dispender a mesma energia que empregou para colocá-lo em movimento.

Um indutor opõe-se a uma corrente em mudança, da mesma forma que a massa se opõe à mudança de velocidade. O indutor também contém energia em seu campo eletromagnético, energia esta que é aplicada, inicialmente, sob a forma de voltagem, para levar a corrente a um valor estável. Você deve lembrar-se que um indutor ideal não deve dissipar ou utilizar qualquer energia, quando a voltagem é interrompida e o campo magnético (eletromagnético) cai devido à energia estocada que volta ao circuito. Você deve lembrar que o indutor é análogo à massa e já deve ter ligado as coisas, concluindo que a indutância é análoga à inércia. A massa se opõe à mudança de velocidade devido à inércia e um indutor se opõe à mudança de corrente devido à sua indutância. Para ir ainda mais longe, a mudança de velocidade é chamada **aceleração**, o que é análogo a uma mudança de corrente.



Uma mola de torção armazena energia quando é puxada, o que requer trabalho, como no movimento de um relógio. Assim que a mola é solta, a energia colocada nela é liberada e pode produzir um trabalho, assim como mover o balancim do relógio. Uma mola relaxada não contém energia. Em um capacitor, quando a energia, sob a forma de tensão elétrica e corrente, é aplicada ao circuito, uma carga é produzida nas placas do mesmo. Um capacitor carregado armazena energia no material dielétrico existente entre as placas, sob a forma de um campo eletrostático. Quando o capacitor descarrega, a energia armazenada é devolvida ao circuito. A corrente chega ao valor máximo imediatamente mas, para alcançar a carga máxima, leva tempo. Em um capacitor, a corrente precede a tensão.

CAPACITÂNCIA — COMPLIÂNCIA

A analogia mecânica de um capacitor é uma mola. Um capacitor aceita uma carga, quando uma voltagem é aplicada a ele e a energia aplicada é estocada por um campo eletrostático estabelecido entre as placas do capacitor. Uma situação similar existe no comportamento de uma mola: quando uma mola é deflexionada (esticada ou comprimida) de sua posição de repouso, ela armazena energia potencial, como energia de fadiga no material pressionado da mola (Fig. 3).

A energia potencial é a energia de posição, ou seja, energia estocada enquanto a mola esteja parada em posição comprimida. A capacitância pode, pois, ser análoga à compliância, ou "maciez" (o inverso de rigidez). O ponto mais importante a relembrar é que um capacitor e uma mola armazenam energia mas não dissipam energia e essa energia é conseguida pela aplicação de tensão ao capacitor ou pelo pressionamento de uma mola. Isto propicia uma outra analogia: voltagem elétrica (tensão) e força mecânica.

Estas analogias eletromecânicas dão alguma visão do comportamento invisível de resitores, capacitores e indutores, pela visão do comportamento visível de partes mecânicas. Familiaridade com as combinações de componentes mecânicos leva à compreensão do comportamento de componentes elétricos combinados. Os circuitos elétricos sintonizados podem ser comparados, por exemplo, a vibradores e isoladores mecânicos.

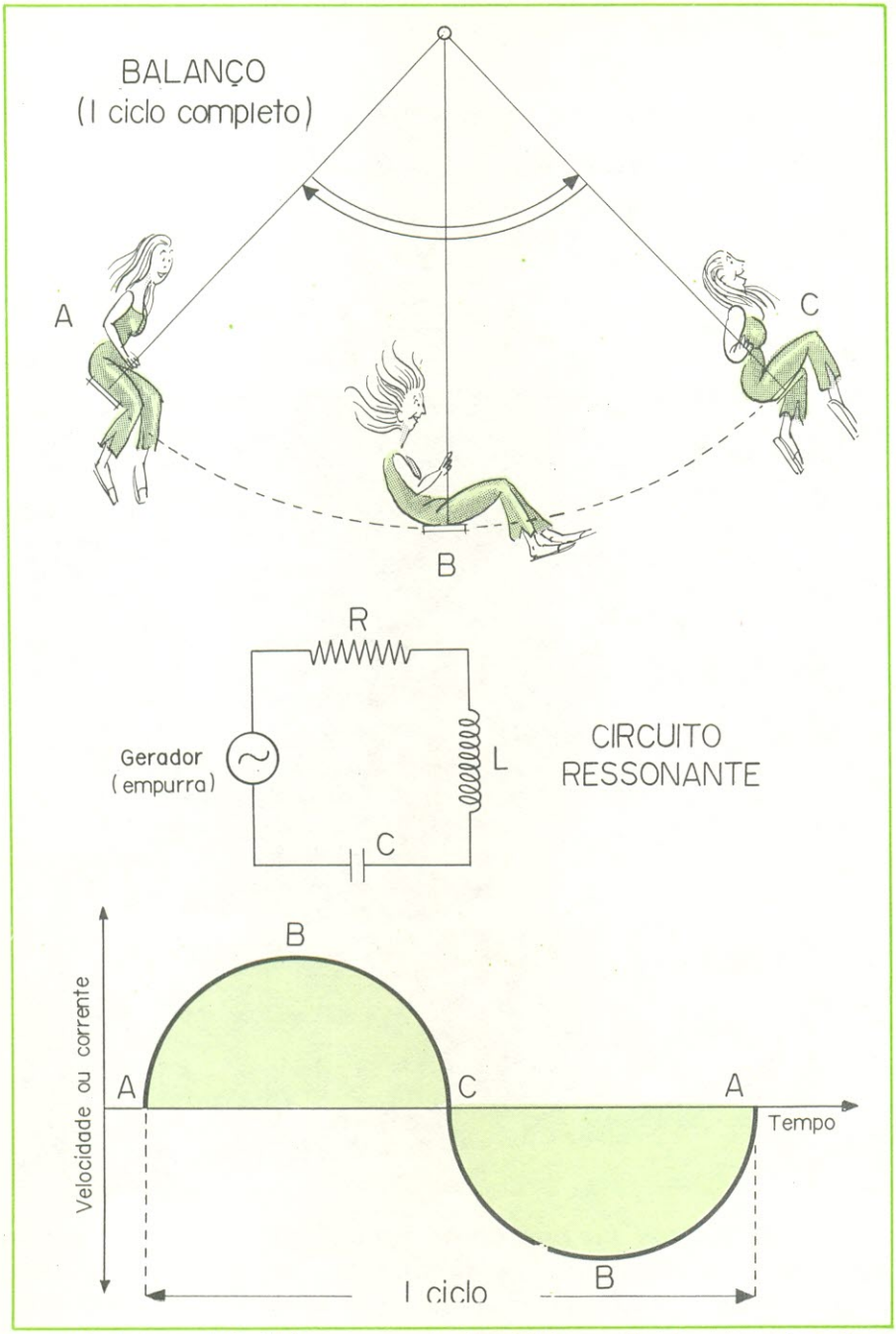
RESSONÂNCIA — PERÍODO

Dois sistemas vibratórios mecânicos comuns são a roda de balanço combinada à mola de torção de um relógio ou, ainda, o balanço dos "play-grounds" infantis.

Se você já tentou empurrar uma criança em um balanço a freqüências diferentes, vai se lembrar que há uma frequência que requer muito pouco esforço se comparada com as outras. Essa é a frequência natural de oscilação, ou período, do próprio balanço. Na parte inferior de seu arco, o balanço está se movendo à velocidade máxima através de sua posição normal de repouso, e toda a energia que você empregou para empurrá-lo, está sob a forma de energia cinética, a energia do movimento. No topo do arco, o mais afastado ponto da posição normal de repouso, o balanço fica momentaneamente estacionário e toda a eergia é potencial — a energia armazenada de posição.

Deste modo, durante cada ciclo completo do balanço, sua energia muda de cinética para potencial. Você vai observar também que a energia cinética e potencial atingem um pico duas vezes durante cada ciclo completo do balanço (Fig. 4). Se deixado livre, sem empurrões adicionais, o balanço se moverá, naturalmente, em arcos cada vez menores (mas a um mesmo período, ou frequência) até atingir a posição de repouso. Para manter o balanço indo, permanentemente, a uma altura constante em cada oscilação, você precisará dar um pequeno empurrão a intervalos exatamente iguais, em cada ciclo, sendo mais conveniente fazê-lo quando o balanço esteja momentaneamente parado no topo do arco.

O decréscimo natural na oscilação, sem empurrões adicionais, é devido à fricção (resistência) do ar e à fricção mecânica do rolamento no topo do balanço. Cada pequeno empurrão que você der no balanço, para mantê-lo em movimento constante, serve para superar as perdas ocasionadas pelas fricções mencionadas.



Um balanço infantil é como um circuito elétrico oscilando em sua frequência de ressonância. A energia é aplicada ao sistema sob a forma do trabalho necessário para se colocar o balanço na sua posição inicial, em "A"; aqui, temos a energia potencial. Em "B", o balanço atinge a base de seu arco de oscilação e está se movendo rapidamente, sendo sua energia a cinética — a energia do movimento. Em "C", o balanço atinge o lado oposto de seu arco e está, novamente, em momentâneo repouso, com a energia armazenada sob a forma potencial. Depois, o balanço volta à sua posição inicial, em "A", completando um ciclo.

Em uma analogia, o circuito elétrico ressonante oscila por um ciclo completo, com a energia fluindo do indutor para o capacitor (cinética para potencial) e depois do capacitor para o indutor (potencial para cinética), produzindo um trabalho.

O resistor representa a fricção ou atrito e, de modo a manter o balanço oscilando ou a corrente fluindo, um trabalho adicional (pequenos empurrões no balanço) ou uma força (tensão) devem ser aplicados, para manter a oscilação Quanto mais baixa a fricção-resistência, mais alto será o "Q", e a oscilação se manterá mais tempo, sem ajuda. Quanto mais alta a fricção-resistência, mais baixo será o "Q" e maior será o fator de amortecimento; neste caso, as oscilações durarão pouco.

Um circuito elétrico ressonante, composto de um indutor e um capacitor,comporta-se da mesma forma. A energia elétrica colocada inicialmente no circuito alterna-se (oscila) entre a energia do campo eletromagnético (energia cinética) e a energia do campo eletrostático (energia potencial) a duas vezes a freqüência ressonante. Você se lembra de como o balanço tinha **dois** picos de energia para cada ciclo completo? As mudanças ou oscilações podem ser observadas como mudanças de voltagem ou corrente, crescendo para um pico (valor de pico) e caindo para um valor mínimo, duas vezes durante cada ciclo de oscilação.

Assim como no balanço do "play-ground", a energia é dissipada — não pelo indutor ou capacitor — mas pela resistência presente no sistema. Em um transmissor, essa resistência é representada pela antena, ligada ao circuito ressonante constituido pelo chamado "tanque final", irradiando as ondas eletromagnéticas geradas pelas oscilações.

Um engenheiro mecânico, ao observar o período ou frequência da oscilação do balanço e a faixa na qual ela decresce, chama este decréscimo de **fator de atenuação**.

Um engenheiro eletrônico, de uma maneira inversa, descreve o decréscimo de oscilação em um circuito ressonante como sendo um **fator de qualidade** ou "Q" do circuito. Se a faixa de decréscimo da oscilação for alta, devido a uma alta resistência do circuito, então o "Q" é baixo; se essa faixa de decréscimo de oscilação for baixa, o "Q" será alto.

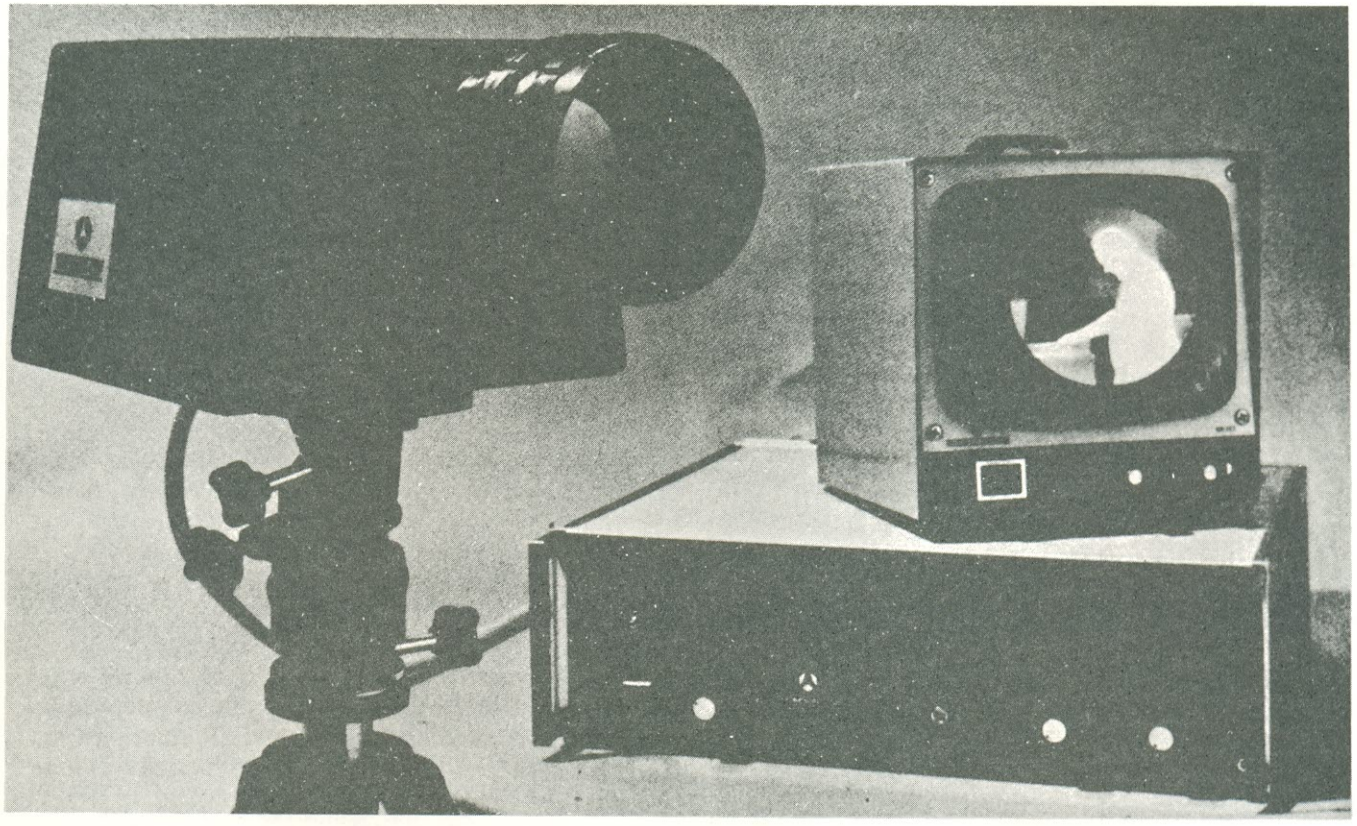
Conclusão

Acreditamos que as analogias mecânicas apresentadas podem ter ajudado a compreender um pouco melhor certos fenômenos eletrônicos, facilitando seu aprendizado desta fascinante ciência: a ELETRÔNICA.

Bibliografia

Norman S. Land, W4KOM, HRH, 1977.
Mechanical Work, H. Pinker, Still, 1967.
Metal Stress, Fieldman, Banker & Wihl, 1969.

MAIOR CLAREZA DE IMAGEM NAS CÂMERAS INFRA-VERMELHO



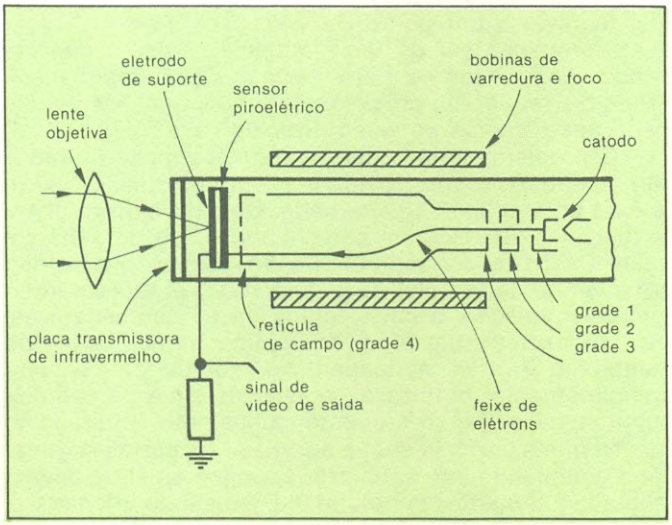
Em toda a gama de radiações eletromagnéticas que bombardeiam a Terra, vindas principalmente do espaço, o espectro visível — a luz que distinguimos no mundo cotidiano do senso comum — corresponde a apenas uma pequena faixa de comprimentos de onda. Fora dessa faixa, as radiações eletromagnéticas estendem-se por comprimentos de onda de altíssima freqüência — do ultravioleta até os raios cósmicos —, ou de freqüências mais baixas, na região do infravermelho.

Faz já alguns anos que o espectro do infravermelho vem revelando seus segredos aos modernos aparelhos de observação desenvolvidos pela tecnologia moderna, bem como suas propriedades terapêuticas no tratamento de traumatismos musculares e pequenas contusões. Hoje em dia, com os novos dispositivos em uso, a leitura e detecção de radiações infravermelhas têm sido de grande utilidade em levantamentos aerofotográficos, em combates a incêndios florestais, na detecção de tumores malignos e na verificação de pontos quentes em circuitos eletrônicos.

Mais recentemente, com o aumento da informação fornecida por uma câmera de TV equipada com um sensor piroelétrico — que capta a radiação infravermelho emitida pelo objeto focalizado —, as pesquisas e estudos desenvolvidos dentro dessa área deverão experimentar um notável avanço. A imagem térmica obtida pelas novas câmeras pode ser reproduzida por um monitor comum de TV, sendo capaz de fornecer uma boa visão de como qualquer sistema ou fenômeno emissor de calor — inclusive o corpo humano — está funcionando no momento em que a imagem é captada.

A tecnologia empregada nestas válvulas térmicas não é muito diferente da utilizada nas válvulas para câmeras de TV convencionais. Os sinais de processamento do espectro do infra-vermelho realmente requerem uma especial atenção para a leitura das alterações de temperatura que ativam a área sensível da válvula, assim como para o fornecimento da modulação da radiação de entrada quando o objeto não estiver se movendo através do campo de visão; mas a imagem térmica resultante pode ter grandes aplicações nos campos médico, industrial e de supervisão. Estes vidicons piroelétricos resolvem também os problemas inerentes dos detectores usados em sistemas convencionais de câmeras termográficas, que convertem a radiação de entrada em tensão, e exigem um super-resfriamento para reduzir o ruído a um nível aceitável. O novo tubo de imagem térmico, o Pyricon, resolve outro sério problema: o fornecimento de imagens não tremulantes sob quaisquer condições ambientais.

A construção do Pyricon (fig.1) lembra a do vidicon



1. Estrutura básica. Uma câmera, incorporando uma válvula de Pyricon e um simples sistema de foco, mostra a similaridade entre um vidicon infra-vermelho e um vidicon padrão de luz visível. As únicas reais diferenças são uma placa transmissora de infravermelho e uma tela piroelétrica.

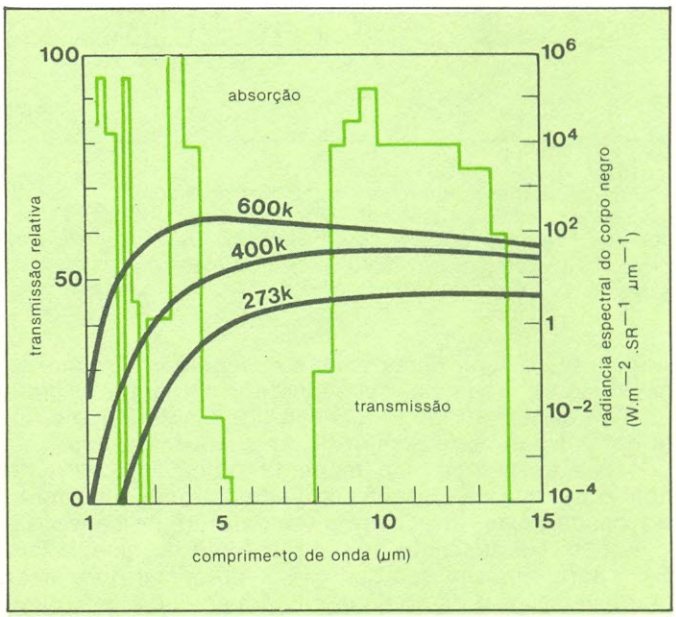
normal, uma pequena válvula para câmera de TV. As diferenças mais significativas estão na janela transmissora de infra-vermelho e no material piroelétrico do sensor, que é mais sensível à luz infra-vermelha do que à luz visível (Ver "Efeito e polarização piroelétricos"). A lente da câmera focaliza a radiação térmica de entrada sobre a tela, que absorve energia calorífera. Esta absorção cria uma distribuição de temperatura que por sua vez provoca o surgimento de cargas eletrostáticas na superfície do sensor piroelétrico.

Leitura da imagem térmica

A distribuição do potencial resultante, que reproduz a imagem térmica, pode ser lida por um feixe eletrônico, como no vidicon normal. Na realidade, a leitura cancela a distribuição do potencial depositando cargas na face do sensor — um processo chamado compensação de carga. O potencial inicial em um ponto particular do sensor determina a quantidade de carga ali depositada, que por sua vez produz o sinal de saída do vídeo por acoplamento capacitivo ao eletrodo de suporte, formado por uma camada de metal evaporado na face oposta do sensor.

Uma vez que o efeito piroelétrico depende das alterações de temperatura ocorridas em cada parte do sensor, uma válvula piroelétrica não poderá captar a imagem de um objeto cuja temperatura seja constante, pois a temperatura varia sobre o sensor, mas permanece constante em cada um dos pontos particulares. É claro que se o objeto estiver se movendo, ou se a cena for iluminada por algum tipo de pulsação infra-vermelha, não haverá nenhum problema. De outra forma será necessário encontrar um meio de mover a imagem no sensor da válvula, ou alguma forma de modular a radiação constante de entrada, como será discutido mais adiante.

Outro fator a ser considerado é que certas bandas de infra-vermelho são bastante atenuadas pela atmosfera (fig.2), ainda que algumas bandas consigam transmitir

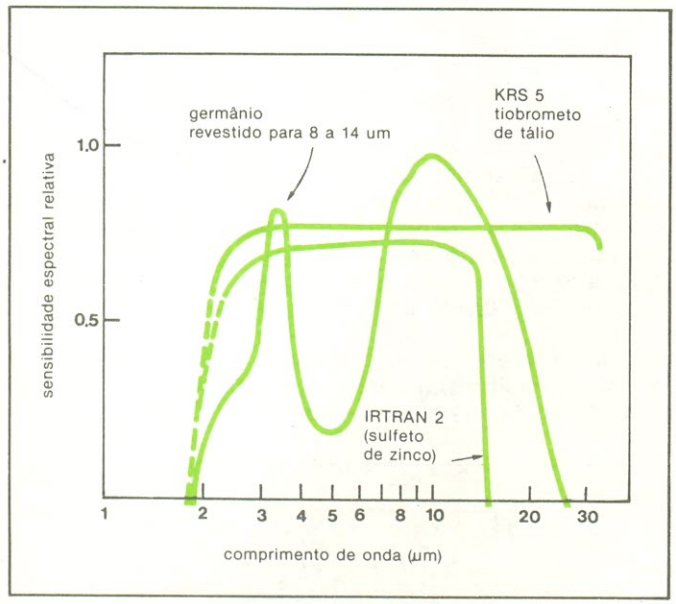


2. Janelas de transmissão. Quando emitida por objetos distantes, a radiação infra-vermelho é bastante atenuada pela atmosfera. Curvas de radiação espectral de corpos negros em temperaturas comuns estão superpostas para mostrar a importância das "janelas" de transmissão.

bem em certos comprimentos de onda, chamados janelas de transmissão atmosférica. É por isso que a escolha da placa da válvula piroelétrica — assim como a lente da câmera — é feita no sentido de se obter um desempenho ótimo nesses comprimentos de onda (fig.3).

Para se assegurar que nenhuma informação de imagem é perdida, o feixe de eletrons de varredura deve ser capaz de ler todas as cargas positivas e negativas que aparecem na superfície do sensor. Assim, o potencial básico da superfície do sensor deve ser suficientemente alto, de maneira que mesmo as variações de potencial mais negativo ainda permitirão o acesso do raio.

São dois os modos de operação que podem ser utilizados. O modo anodo-potencial-estabilizado, em que o potencial do sensor é mantido aproximadamente igual ao potencial do anodo, resulta numa sensibilidade relativamente baixa. É por isso que quase todos os sistemas de termo-imagens usam o modo catodo-potencial-estabilizado. As cargas positivas aumentam o potencial do sensor até um valor positivo, próximo do potencial do catodo. E o potencial do pedestal, que deve ser cons-



3. Materiais empregados na construção do sensor. O desempenho da válvula captadora de Pyricon pode ser otimizado para diferentes regiões de janelas atmosféricas do aspectro infravermelho. O germânio revestido, um dos materiais usados em sensores, fornece uma alta sensibilidade espectral na região de 8 a 14 µm.

tante sobre a superfície do sensor, será maior do que as variações de potencial causadas por aumentos e diminuições da temperatura do sensor, de maneira que o feixe de eletrons pode sempre fazer a leitura da tela.

Na presença de uma imagem térmica, a corrente do sinal é a soma da corrente do pedestal mais a corrente provocada pelas variações de temperatura no sensor piroelétrico. Na ausência de uma imagem térmica, o raio depositará eletrons que abaixam o potencial do sensor de um valor igual ao do pedestal. Em seguida, uma diminuta corrente de pedestal flui através do sensor.

Produção dos potenciais de pedestal

Existem dois métodos normalmente empregados para gerar o potencial de pedestal, cada um deles apresentando vantagens e desvantagens específicas. Em um deles, íons gasosos positivos depositados na superfície do sensor geram o pedestral. Os íons são criados pelo feixe de eletrons que atinge as moléculas gasosas, e podem vir de um reservatório de gás da válvula ou do gás introduzido dentro do invólucro durante a fabricação do aparelho. O reservatório é geralmente o mecanismo preferido, pois permite um completo controle sobre a válvula em todos os modos de operação. Aumentando-se a tensão de alimentação do reservatório aquecedor (variável entre 2 e 5 volts RMS), aumenta também o número de moléculas livres de gás, e conseqüentemente o número de íons positivos.

A outra técnica empregada para a geração do potencial de pedestal usa um tubo sem gás. O catodo é pulsado negativamente durante o retraço horizontal de maneira que o feixe de eletrons atinja o sensor com energia suficiente para criar eletrons secundários com um coeficiente de emissão maior do que um. A perda de eletrons carregados negativamente resulta num aumento da carga positiva sobre a superfície do sensor, o que produz o pedestal requerido.

São duas as principais técnicas disponíveis para se modular a radiação de entrada para produzir alterações na potência de radiação incidente sobre o sensor, e tornam-se necessárias quando a câmera é focalizada em um objeto estacionário de temperatura constante. São duas as possibilidades oferecidas: (1) Mover a imagem sobre o sensor, com movimentos panorâmicos horizontais ou oscilações na vertical, ou (2) interrompendo o fluxo de radiação que atinge o sensor com um disco vazado ou qualquer dispositivo similar.

Por ser de fácil aplicação, o primeiro método era comumente usado nas primeiras câmeras de imagens térmicas. Entretanto, o constante movimento da imagem no sensor faz com que a imagem do monitor de TV também se mova. Existem compensações eletrônicas que podem estabilizar a exposição, porém o movimento residual é quase sempre visível, e objetos que estejam relativamente tépidos em relação ao resto da cena costumam deixar manchas e "rabos de cometa" em suas imagens. Além do que, é difícil eliminar-se o ruído de padrão fixo, causado principalmente por pequenas irregularidades no material do sensor.

Por isso, é preferível optar-se pela interrupção da radiação de entrada, uma vez que isto fornece uma imagem estável e um ponto de vista fixo. Porém, apesar deste processo ser de fácil implementação, o sistema citado não é usado na maior parte das câmeras disponíveis, pois requer um processamento de sinal não encontrado nas câmeras de vídeo normais.

O problema apresentado pela interrupção da radiação de entrada é que a saída em bruto do sinal da válvula é de uma polaridade alternada. Quando o disco de interrupção é aberto, uma parte mais tépida da cena esquenta a parte correspondente do sensor, produzindo um sinal de certa polaridade. Quando o obturador interrompe a radiação, a parte tépida da tela começa a esfriar, produzindo um sinal da mesma forma, porém de polaridade inversa. A imagem do monitor de TV seria completamente inutilizável, pois consistiria de campos quente-igual-a-branco e quente-igual-a-preto, alternados.

Nem mesmo a inversão alternada de partes do sinal seria completamente satisfatória, pois o sinal do pedestal ainda alternaria sua polaridade, causando intensa tremulação da imagem. A simples subtração do pedestal antes da inversão não funciona, pois isso iria exigir um sinal do pedestal rigorosamente uniforme. Além do que, os padrões de ruído fixo provocados pelas variações do pedestal, assim como pelas irregularidades do sensor, seriam ainda visíveis.

Eliminando a tremulação da imagem

O sistema da câmera Pyricon usa uma técnica de processamento de diferenciação de imagem que elimina as imagens trêmulas. Um motor síncrono aciona um disco vazado, que interrompe a radiação térmica de entrada da 25 ou 30 hertz, dependendo se estiver sendo usado o padrão europeu ou norte-americano de freqüência de quadro. O sinal do amplificador do vídeo alimenta um processador de quadros (fig.4), que armazena e compara campos alternados (meia-imagens) para produzir um sinal de saída em que o ruído de padrão fixo foi removido, e o componente do vídeo foi dobrado. Os circuitos também nivelam e reduzem o pedestal, para em seguida inverter os campos alternados e fornecerem um sinal de vídeo de polaridade constante, no qual o pequeno pedestal é alternadamente positivo e negativo. O sinal passa então para dentro de dois circuitos paralelos de controle de nível do preto, onde ambos os sinais do pedestal são trazidos ao nível de preto padrão do sinal de saída.

Como nas vídeo-câmeras normais, são acrescentados vários pulsos de supressão e sincronização para dar

O que os sistemas de termo-imagens realmente vêem

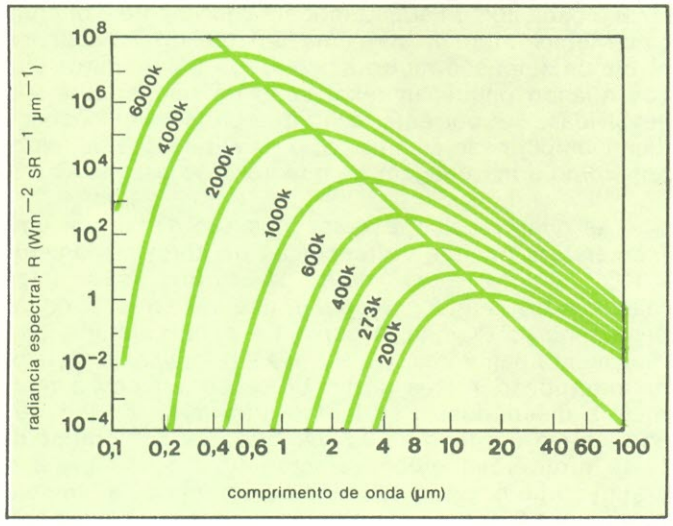
É um engano comum pensar que as tonalidades do cinza ou de outras cores na exposição de um sistema de termo-imagem indicam diferentes temperaturas. Apesar disso ser por vezes verdadeiro, está longe de ser verdade em todos os casos.

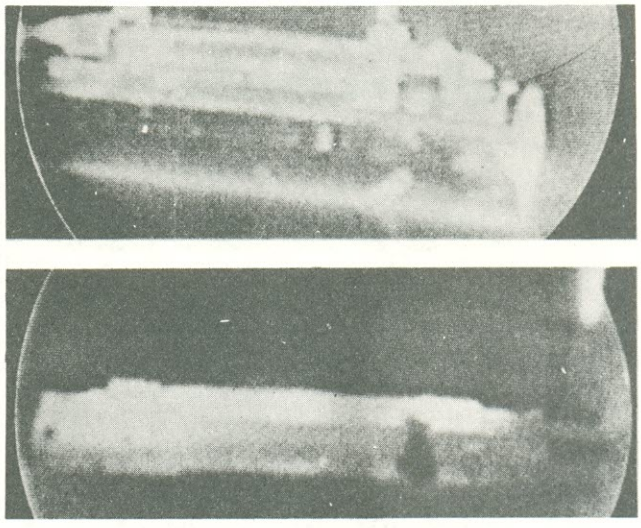
Os sistemas de termo-imagens passivos podem detectar irradiação eletromagnética emitida espontaneamente por qualquer objeto cuja temperatura esteja acima do 0° absoluto. Vamos considerar o caso ideal conhecido como o corpo negro, um objeto que absorve toda a radiação incidente a qualquer temperatura para posteriormente irradiá-la de volta. Apesar de que este corpo negro não pode ser construído, uma esfera oca com uma pequena abertura é uma boa aproximação. Qualquer radiação que entre pela abertura passa por diversas reflexões atenuadoras, e sua energia é quase completamente absorvida.

A distribuição espectral da intensidade de irradiação emitida por corpos negros, para várias temperaturas, é mostrada na figura abaixo. A radiação emitida por qualquer corpo negro é igual sempre que eles estejam a uma mesma temperatura, de maneira que a energia total irradiada por um corpo negro (a área sob a curva) é uma característica de sua temperatura absoluta Θ. A relação é expressa pela fórmula $R = \delta (\Theta^4 - \Theta_o^4)$, onde Θ_o é a temperatura absoluta do meio, e δ a constante. O alvo de um vidicon piroelétrico detecta uma alteração nesta energia, provocada por uma aparente mudança na temperatura do objeto, desde que a alteração na radiação infra-vermelha esteja dentro do alcance espectral do sistema.

O corpo negro, contudo, é um caso ideal. Com objetos reais existe uma grande variação na emissividade — a razão da energia emitida por um objeto em relação à energia emitida por um corpo negro, à mesma temperatura. Apesar da emissividade da pele humana à temperatura ambiente estar perto da unidade, a emissividade de metais polidos é de apenas uns poucos décimos. Além do que, as emissividades de objetos do mesmo material com diferentes acabamentos de superfície podem diferir.

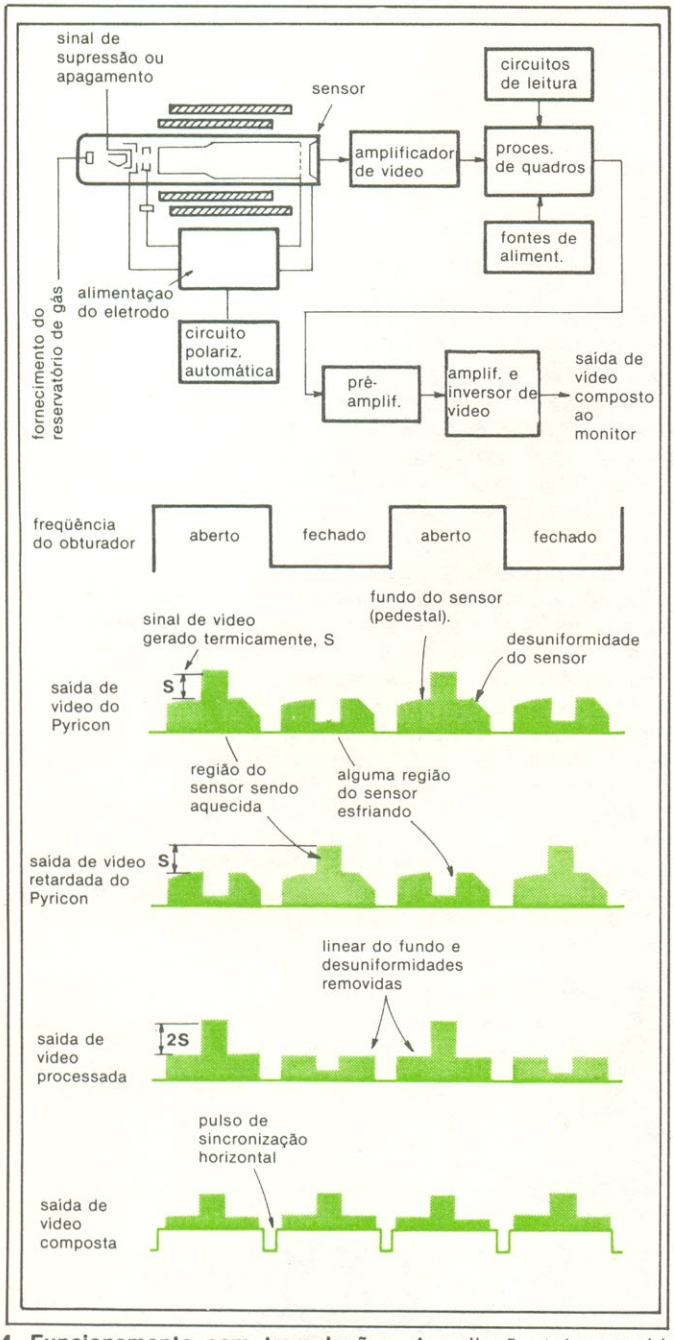
Apesar de as tarefas de vigilância geral ou de diagnósticos clínicos serem de aplicação relativamente direta, alguns usos científicos e industriais podem conter algumas armadilhas ocultas. Por exemplo, as diferentes emissividades e falsas reflexões dos diferentes materiais utilizados para construir um objeto complexo — como uma válvula de ondas em propagação (travelling-wave tube) — podem dar uma idéia completamente errônea da distribuição da temperatura. Esse fenômeno é mostrado na foto: duas imagens de uma válvula de ondas em propagação, reproduzidas pelo Pyricon, mostrando a distribuição de temperatura aparente antes e depois da válvula ter sido borrifada com tinta negra. Estas técnicas tornam as características de emissão aproximadamente constantes em toda a superfície do objeto.





um sinal de vídeo padrão entrelaçado de 625 ou 525 linhas. Consistindo de oito tonalidades de cinza, o sinal pode ser exposto diretamente sobre qualquer monitor comercial, e pode ser gravado em qualquer aparelho de video-tape comum. As tonalidades de cinza variam do branco (mais quente) até o preto (mais frio), mas é importante observar que elas podem não corresponder exatamente à distribuição de temperatura do objeto fornecedor da imagem (veja "O que os sistemas de termo-imagens realmente vêem").

Os sinais em preto e branco podem ser processados posteriormente num colorizador, para alimentar um monitor normal a cores e produzir linhas isotérmicas codificadas em cores, de tempo real, ou ainda outros tipos de exposição específicas. A técnica básica é relativamente direta. A cada um dos oito possíveis níveis da escala cinza, é atribuído um código de 3 bits, sendo o preto 000, e o branco 111. O sinal da câmera é amostrado a uma taxa de 5 megahertz, dando 500 amostras por linha de TV. O código apropriado para cada amostra vai para



4. Funcionamento sem tremulações. A radiação interrompida do amplificador de vídeo da válvula é alimentada no processador do quadro, que armazena e compara campos de imagem alternados para remover ruídos de padrão fixo, dobrar o componente do vídeo e nivelar e reduzir a tensão do pedestal.

um monitor a cores, onde cada bit, em uma palavra de 3 bits, controla um dos três canhões do tubo de imagem. Assim, 111 quer dizer que os três canhões estão em funcionamento (branco), enquanto que 000 significa que nenhum deles está funcionando (preto). 100, 010 e 001 indica apenas um canhão em funcionamento, fornecendo o vermelho, verde ou azul básicos do tubo a cores. As outras combinações serão resultado de dois canhões em funcionamento, fornecendo cores compostas bem definidas.

Avaliação do Desempenho

Como em todos os sistemas de imagem, a melhor maneira de se avaliar um desempenho é através da análise da imagem exposta. Mesmo as fotografias sofrem sérias degradações de qualidade, especialmente quando impressas, como neste artigo. Entretanto, uma boa avaliação do desempenho do sistema Pyricon pode ser feita a partir da tabela anexa.

CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Área varrida do sensor	*4,3 cm²*
Corrente de sinal (alteração na irradiância de 10 W/m²)	*17 nA*
Resolução da função de transferência de modulação de 50%, 20 ms após a radiação	*2 pares de linha/mm*
Resolução limitadora	*6 pares de linha/mm*
Gama média	*1*
Responsividade intríseca (8 μm<λ<14 μm)	*3,5 μA/W*

Os dados da tabela referem-se a uma imagem de 625 linhas e 50 campos por segundo. A câmera era equipada com um obturador e armazenagem de quadros, de maneira que a imagem estava num campo de visão fixo, livre de tremulações. Pode-se obter um desempenho ligeiramente melhor com movimentos panorâmicos da câmera, isso se a velocidade do movimento for cuidadosamente adaptada às características do sensor. O problema é que esta técnica é tediosa demais para funcionamento cotidiano, e por certo não fornece um campo fixo de visão para o observador diante da tela.

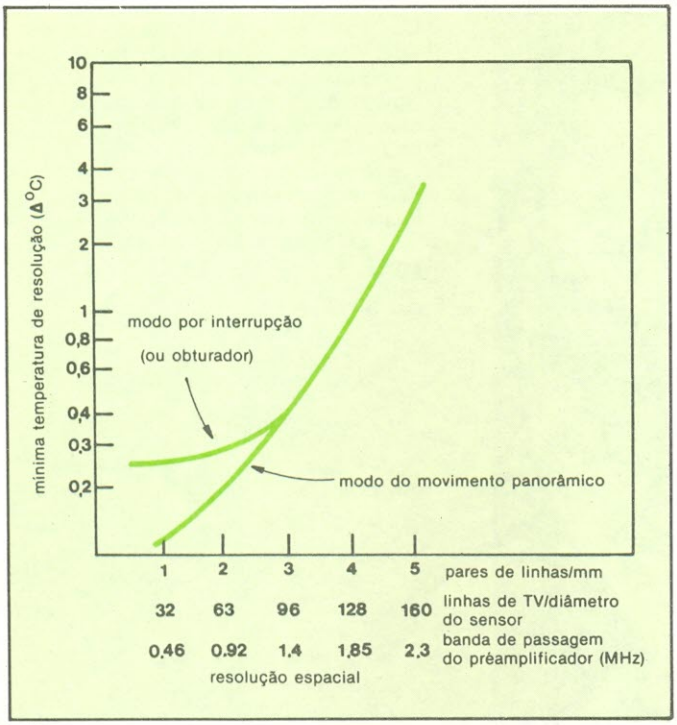
O primeiro número da tabela, a área varrida do sensor, é altamente significativa. Quando menor a área varrida, menor será a resolução e a corrente do sinal.

A alteração da irradiação para a qual a corrente de sinal é dada como característica é equivalente à diferença de temperatura de aproximadamente 15°C. Assim, os níveis de sinal são muito baixos em vidicons piroelétricos quando pequenas resoluções de temperatura são envolvidas, e é por esta razão que projetos cuidadosos de pré-amplificadores e técnicas de eliminação de ruido, tais como armazenagem de quadros são essenciais.

As duas resoluções espaciais são dadas por uma temperatura mínima de resolução de aproximadamente 0,3°C. Como estes dois parâmetros são interrelacionados, a fig.5 poderá dar uma idéia melhor do desempenho do Pyricon. A curva 1 é para o sistema com movimento panorâmico, e a curva 2 refere-se ao sistema de interrupção. A área varrida do sensor era de 4,3 centímetros quadrados, e as lentes infra-vermelho estavam abertas em um foco de 0,7. O objeto era um gráfico de teste infra-vermelho com características quase iguais às de um corpo negro, e consiste de um fundo de temperatura igual a 300°K, com barras superpostas levemente mais tépidas.

A característica gama é a mesma de qualquer sistema ótico, e refere-se à inclinação da curva irradiância do sensor/corrente do sinal.

O número de responsividade permite o cálculo da corrente de sinal que será obtida para uma dada alteração na irradiância do sensor. Consideremos o TH 9840, por exemplo, uma válvula Pyricon com uma janela revestida de germânio. Se esta tiver uma responsividade intrín-



5. Representação de um gráfico infra-vermelho. Ao se varrer uma área de 18 × 25 mm de um grafico de teste de infravermelho com caracteristicas próximas das de um corpo negro, a temperatura mínima de resolução em operação, com movimentos panorâmicos e na vertical, aparecem como uma função da resolução espacial.

seca (S) de 4 microampéres por watt, e se receber radiação na largura de banda de 8 a 4 micrômetros, uma alteração em radiação (ΔE) de 1 W por metro quadrado dará uma corrente de sinal de:

$$i_S = A \times \Delta E \times S$$

onde A é a área varrida de 4,3 cm^2.

$$i_S = (4{,}3 \times 10^{-4})\ (1)\ (4 \times 10^{-6}) = 17{,}2 \times 10^{-10} A$$

As características de sobrecarga do Pyricon também são boas, uma vez que a saturação do sinal ocorre somente quando a radiância do sensor excede 40 W/m^2. Isto corresponde, por exemplo, a uma lente aberta em um foco de 1, e uma temperatura de objeto de 85°C. A temperaturas mais altas, a lente deve ser ajustada em seu valor mais baixo, e em seguida aberta progressivamente. Se o tubo estiver sobrecarregado, seu sensor ficará despolarizado.

Aplicações abundantes

Os vidicons piroelétricos podem ser usados em ambientes ativos ou passivos. Nas aplicações ativas, principalmente científicas e industriais, uma fonte de radiação infra-vermelha deve iluminar a cena em questão.

As aplicações passivas são muito mais comuns, porque neste caso é necessária apenas uma radiação infra-vermelho auto-emitida (no espectro de 8 a 14 μm). Estas emissões são inerentes aos corpos humanos, árvores, edifícios etc. Por isso, as válvulas de termo-imagens de Pyricon são bastante apropriadas para apli-

Efeito piroelétrico e polarização

O funcionamento do vidicon piroelétrico baseia-se nas propriedades de certos tipos de cristais, chamados ferroelétricos, que são eletricamente polarizados numa direção bem definida, conhecida como eixo polar. O grau de polarização depende da temperatura. A magnitude deste efeito piroelétrico aumenta com a temperatura até que seja atingido o que é conhecido como ponto de Curie. Além deste ponto, a polaridade desaparece.

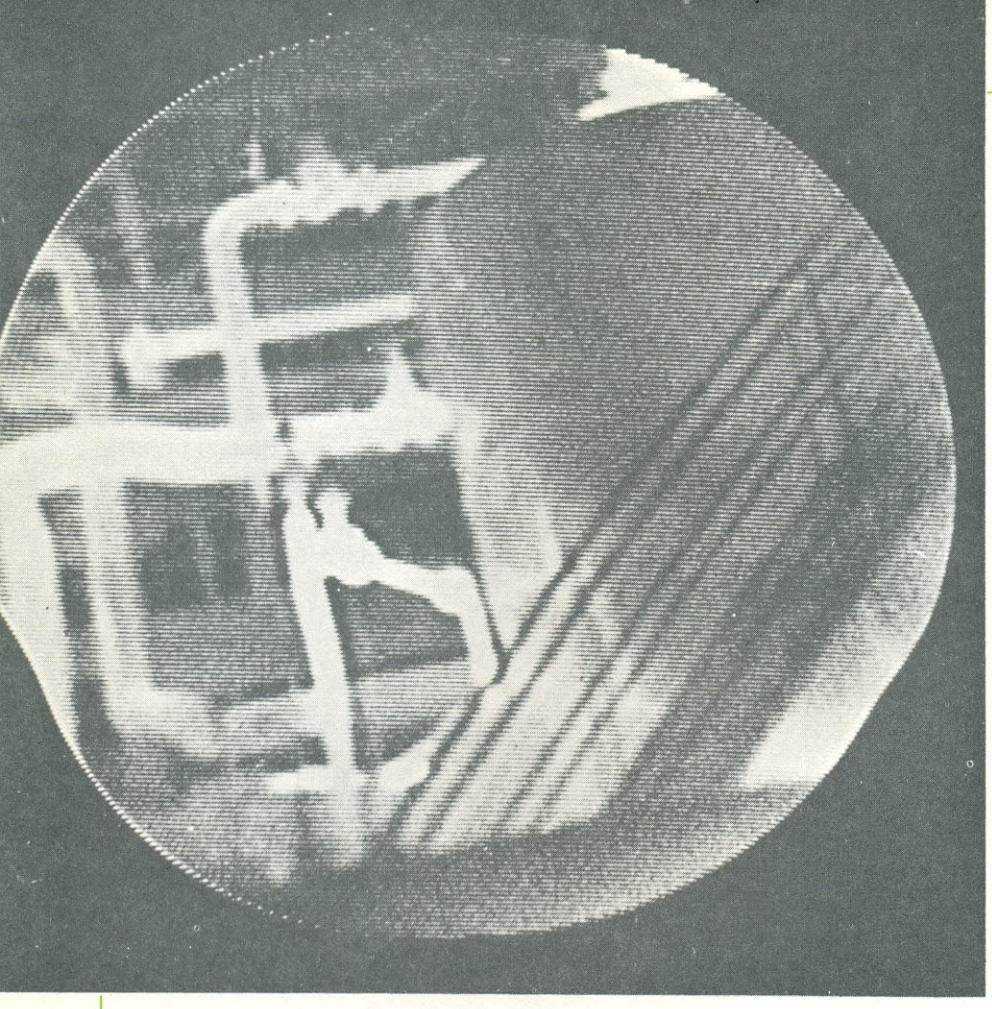
Outro efeito resultante do aquecimento ou resfriamento de um cristal ferroelétrico é a criação de uma acumulação de carga numa direção perpendicular ao eixo polar — uma carga positiva quando o cristal é aquecido, e uma carga negativa quando é resfriado. Além do que, a carga é proporcional á variação na polarização causada pela alteração da temperatura.

Assim como o aumento do efeito piroelétrico, elevações de temperatura aumentam rapidamente a constante dielétrica do cristal, o que reduz a eficiência com que as cargas podem ser lidas pelo feixe de eletrons no vidicon. Portanto, o máximo efeito útil piroelétrico é obtido a uma temperatura pouco abaixo do ponto de Curie. Para o sulfato de triglicina, um material comumente usado, a temperatura fica entre 35 e 37°C.

Uma vez que o efeito piroelétrico resulta dos dipolos elétricos, dentro do material, que se alinham com o eixo polar, este chega a um máximo quando todos os dipolos são orientados na mesma direção. Esta orientação pode ser alcançada por meio de um processo chamado polarização (polling), que consiste na aplicação de um forte campo elétrico CC através do cristal.

Para se obter èste campo CC num vidicon piroelétrico, seu sensor é bombardeado com eletrons de alta velocidade. Uma emissão de eletrons secundários estabiliza a superfície do sensor próxima a rede (grade 4, fig.2) a um potencial de 225 a 275 volts. O campo elétrico resultante alinha corretamente os dipolos.

Qualquer válvula que necessite ser polarizada dará imagens nas quais a sensibilidade não será constante, causando áreas cinzentas e falta de contraste, além de uma aparência marmórea, ou campos de linhas paralelas próximas umas das outras. O procedimento normal é levar a efeito a operação de polarização durante 1 minuto, logo após a câmera ter sido ligada — apesar de que se esta tiver sido desligada há apenas uns poucos minutos a repolarização geralmente não é necessária. Um botão controlado pelo usuário aciona circuitos especiais na unidade do controle da câmera, que automaticamente assegura a seqüência acionadora da tensão requerida no eletrodo, e a não ser que ocorra algum acidente — como um super aquecimento do sensor —, a operação de polarização não precisará ser repetida durante o funcionamento do aparelho.



6. Localização das perdas. Um isolamento ineficiente de um edifício aparece como áreas brancas em fotografias tiradas a partir de uma exposição numa válvula de Pyricon. Numa escala de oito tons de cinza, as áreas de perdas excessivas de calor aparecem brancas, enquanto que as áreas mais frias são pretas.

cações na medicina, na indústria e em questões de segurança.

A detecção de câncer no seio é talvez a mais bem conhecida aplicação da termografia, mas esta não é a única aplicação medicinal do aparelho. O calor irradiado por uma dada área da pele depende principalmente de dois fatores: o fluxo sanguíneo abaixo da superfície da pele e a condição da superfície da pele. A termografia medicinal faz uso do fato de que qualquer alteração na textura da pele ou qualquer problema que altere o fluxo sanguíneo deverá provocar uma alteração real ou aparente na temperatura da superfície.

Uma queimadura grave, por exemplo, mudará a textura da pele, e conseqüentemente sua emissividade. O emprego cuidadoso do equipamento termográfico pode fazer uma rápida verificação se uma queimadura tem alguma probabilidade de se curar, ou se já começou o processo de cura, indicando com uma boa antecipação se será necessário algum enxerto. Conseqüentemente, pode ser usado para fornecer evidências a respeito do sucesso de operações de enxertos, indicando se há ou não o retorno da circulação normal do sangue.

Qualquer anomalia na circulação sanguínea provoca uma alteração na temperatura da superfície do corpo, e este fato abre diversas aplicações para a termografia. Entre estas está a detecção da trombose, localização de bloqueios parciais de artérias, verificação do sucesso de cirurgias, indicação da extensão de danos circulatórios permanentes antes de amputações, indicação de se e onde deve ser empregada uma cirurgia para remover veias varicosas e a determinação da eficiência de drogas, como analgésicos, que afetam a circulação sanguinea.

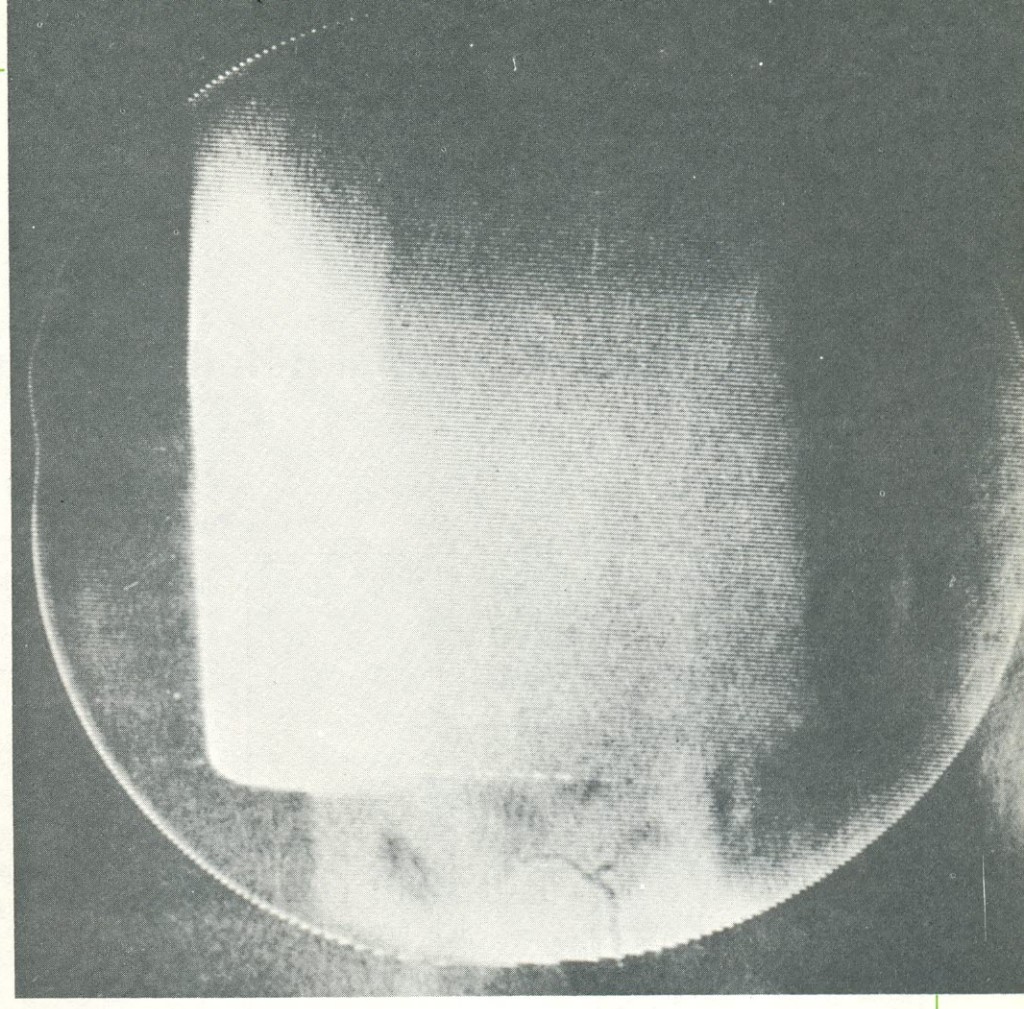
Os sistemas de televisão que usam o tubo Pyricon prometem apresentar seus próprios métodos para trabalhos de inspeção e vigilância de um veículo em movimento. Por não ser necessária nenhuma refrigeração, e pelo fato do equipamento poder operar em qualquer posição, sem peças móveis e com pouco ou nenhuma manutenção, os sistemas são perfeitos para trabalhos de inspeção e vigilância a longo prazo num ambiente rude e móvel. Uma das interessantes aplicações do sistema é no controle de incêndios, onde uma câmera instalada num avião pode "ver" através da fumaça e mapear centros de combustão não visíveis ao olho humano.

Usos industriais

As câmeras de termo-imagens são também usadas para verificar linhas de alta tensão, uma vez que as conexões deficientes ou isoladores defeituosos costumam esquentar. As câmeras podem localizar vazamentos em encanamentos e dutos de gás, bem como perdas de calor em edifícios (fig.6)

Outra aplicação possível é na verificação da homogeneidade do concreto moldado, onde as alterações na densidade ou o surgimento de microfissuras são causadoras de temperaturas de superfície não homegêneas (fig.7). As imagens térmicas podem também localizar descontinuidades quando o concreto for aquecido por fontes como o sol. Além do que, estes sistemas de câmeras podem localizar super-aquecimentos em circuitos elétricos ou eletrônicos, podendo também verificar aquecimentos aerodinâmicos em objetos testados em túneis de vento.

Em geral, as aplicações em inspeção e vigilância industriais são semelhantes às aplicações em inspeção



7. Aparador de calor. Uma imagem térmica de tempo real localiza microfissuras em estruturas. Aqui o calor é aplicado à esquerda da amostra testada, e se difunde através dela até encontrar a microfissura, que de outro modo permaneceria invisível a olho nu.

móvel. Contudo, são menos exigentes fisicamente, porque o equipamento pode ser montado num lugar fixo e protegido de choques, mau tempo ou vibrações.

Em aplicações industriais, câmeras fixas de Pyricon podem ser usadas para controlar a qualidade de plásticos e outros materiais, onde as seções contendo bolhas ou fissuras podem ser eliminadas, e o acabamento da superfície verificado.

© - Copyright Electronics International

ELETRÔNICA EV VETERANA LTDA.

TRANSFORMADORES

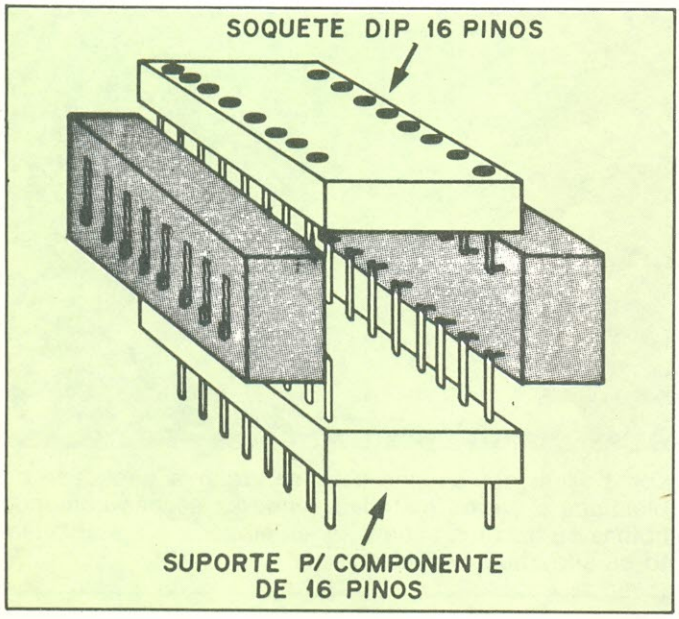
* **Transformadores de até 20 kV**
* **Auto transformadores**
* **Isoladores de linha monofásico/trifásico até 30 kVA**
* **Transformadores para fontes de alimentação**
* **Transformadores para ignição**
* **Transformadores sob encomenda**

Eletrônica Veterana Ltda.
Ind. e Comércio de Componentes Eletrônicos

Rua Aurora, 161 — tel. 221.4292 — Cep.01209 — São Paulo (SP)

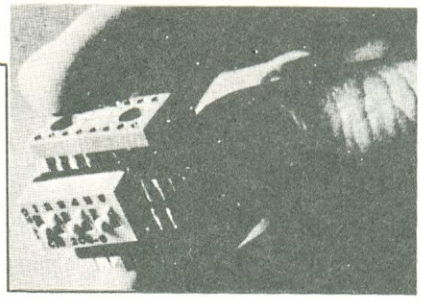
Interruptor DIP para isolar defeitos de um sistema

Robert A. Dougherty
RAD, Consultoria Técnica
Dunedin, Fla.



Uma técnica já tradicional para isolar defeitos em um sistema digital é a de curvar o pino de um encapsulamento DIP, e interromper o circuito removendo o pino de seu soquete. Às vezes, entretanto, o circuito não é a única coisa a ser interrompida, pois os pinos dos DIPs são extremamente delicados. Os novos interruptores DIP em linha apresentam uma maneira mais prática de se desligar um pino do circuito. Dois interruptores DIP de 16 pinos, cada um deles munido de oito interruptores deslizantes de 1 polo e duas posições, além de um soquete DIP de 16 pinos e um suporte de componente DIP de 16 pinos, formam um conjunto que permite a remoção seletiva de qualquer dos pinos do sistema. O dispositivo DIP é ligado no soquete na parte superior do conjunto, que é em seguida ligado ao circuito. O esquema e a fotografia ao lado mostram a montagem simples. (Na unidade da fotografia foi usado um interruptor de 12 pinos.)

Montagem para Teste. Os interruptores DIP são montados entre o soquete e o suporte, para fornecer uma providencial unidade de isolamento de defeitos num sistema digital. Quando um circuito integrado é inserido no soquete e a montagem inteira é ligada ao sistema, qualquer pino ou pinos do CI podem ser desligados ou religados de maneira rápida e segura.



Amplificador Operacional converte voltímetro digital em fluxômetro

Lawrence F. Marinaccio
Dispositivos de Segurança para Minas, Evans City, Pa.

O fluxo e a densidade de fluxo num imã são geralmente medidos utilizando-se uma bobina de captação e um galvanômetro balístico ou um galvanômetro especialmente projetado para ser usado como fluxômetro. Estes fluxômetros são delicados, e exigem medidas especiais para serem montados e nivelados, e devem ser calibrados a partir de um padrão de indutância mútua ou de um imã padrão.

Um fluxômetro de leitura direta, que dispensa um galvanômetro e não precisa ser calibrado, pode ser feito com dois amplificadores operacionais e um voltímetro digital, como é mostrado no diagrama do circuito. Quando a bobina de captação passa pelo campo magnético, é induzida uma tensão em seus terminais, tensão esta que é amplificada pelo primeiro amplificador operacional e integrada no segundo amplificador operacional. A tensão de saída integrada é indicada no voltímetro, e o ganho do estágio amplificador é ajustado de forma que a leitura do voltímetro represente a densidade do fluxo no campo magnético.

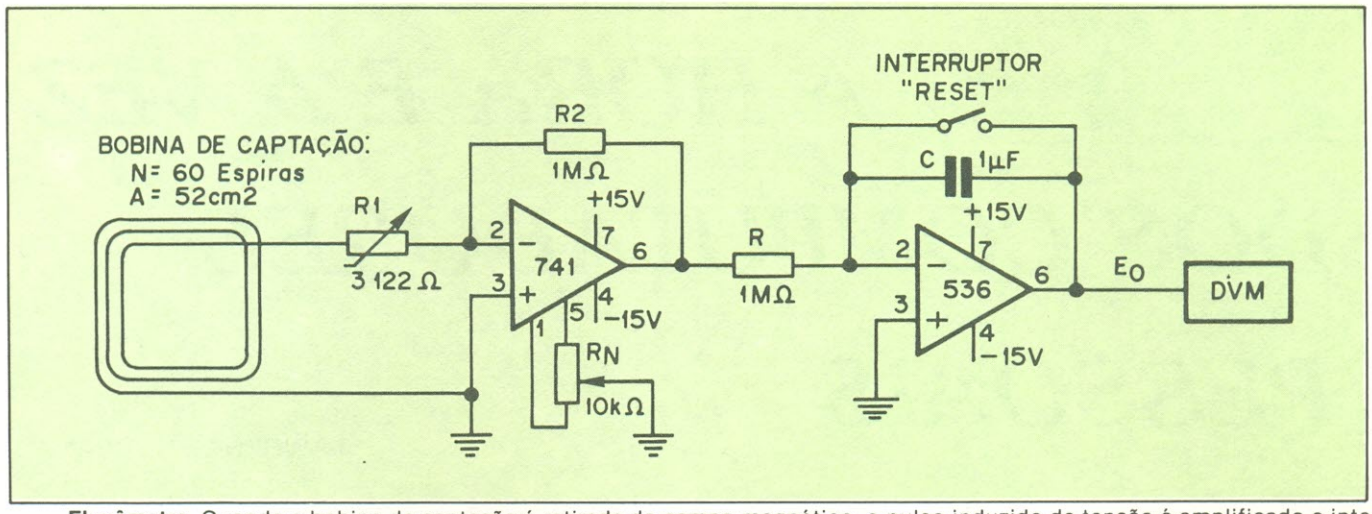
A tensão induzida numa bobina de captação de N espiras que corta as linhas ϕ de fluxo é dada pela lei de Faraday:

$$e = N (d\phi/dt) \times 10^8 \text{ volts}$$

Portanto, o número de linhas de fluxo cortadas em T segundos é:

$$\phi = (10^8 / N) \int_0^t e\, dt \text{ linhas}$$

Se a área da bobina for de A cm^2, a densidade de fluxo B será de ϕ/A linhas por cm_2. A densidade de fluxo é



Fluxômetro. Quando a bobina de captação é retirada do campo magnético, o pulso induzido de tensão é amplificado e integrado para produzir uma tensão de saída que é indicada pelo voltímetro digital. Os valores dos componentes do circuito são escolhidos de maneira que a densidade do fluxo magnético em gauss seja 100 vezes maior que a leitura do voltímetro digital. Este fluxômetro simples é mais robusto do que os galvanômetros geralmente usados para medidas de campo magnético, e não requer calibração.

comumente expressa em gauss (1 gauss = 1 linha/cm^2); portanto:

$$B = (10^8/NA)\int_o^t e\,dt \text{ gauss}$$

No circuito do fluxômetro, que tem um ganho de tensão de (R2/R1) no estágio amplificador, a saída do integrador é:

$$Eo = (R_2 / R_1)\ (1 / RC)\int_o^t e\,dt \text{ volts}$$

Portanto, a densidade do fluxo é dada por

$$B = (10^8/NA)\ (R_1.R.C.E_o/R_2) \text{ gauss}$$

O valor de R1 é ajustado em 3122 ohms, para fazer com que o voltímetro digital seja lido diretamente; portanto, para o circuito da figura,

$$B = 100\ E_o \text{ gauss}$$

No circuito de medida, o potenciômetro R_N de anulação de "offset" é ajustado para dar uma leitura de variação zero no voltímetro digital. A bobina de captação é então colocada com seu plano perpendicular ao fluxo do campo magnético a ser medido, e o interruptor de "reset" é fechado momentaneamente para assegurar uam carga inicial igual a zero no capacitor C. Em seguida, a bobina de captação é girada de 90°, ou removida para uma região livre de fluxo. O pulso de tensão resultante é amplificado e integrado pelo circuito para produzir uma tensão de saída Eo, que será indicada pelo voltímetro digital. Se a densidade de fluxo for de 1000 gauss, o voltímetro indicará 10 volts.

Foi usado no circuito estudado um amplificador operacional não selecionado; porém, se se desejar medir campos mais baixos, que exijam uma maior sensibilidade, deverá ser usado um amplificador operacional de baixa deriva.

TACÔMETRO

Com um tacômetro você vai controlar a rotação em que está dirigindo, aumentando a vida de seu carro, evitando a «queima» de óleo, vai poder acertar corretamente a marcha lenta e com várias **vantagens:**

— é mais barato porque é você quem monta.
— é digital, portanto mais preciso, durável e fácil de ler.
— Depois de montado tem um aspecto sóbrio, combinando com todo tipo de carro.
— especialmente projetado para seu carro, com caixa blindada, sem necessidade de ajustes complexos e sem problemas quanto a ruído.

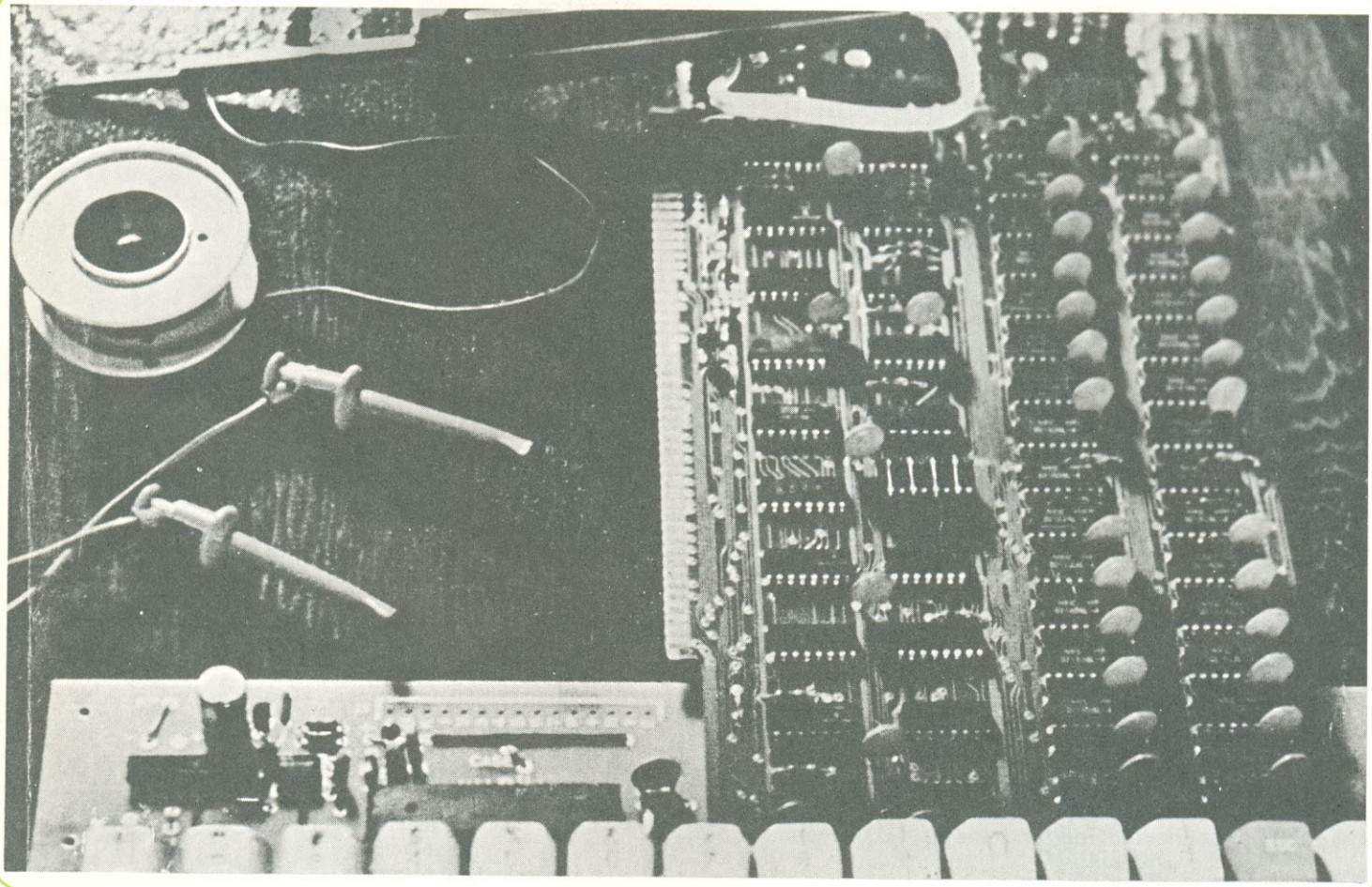
Testado em carros de várias marcas, sob todas as condições (calor excessivo, trepidação), funciona perfeitamente.

KITs NOVA ELETRÔNICA
para amadores e profissionais
À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

BYTE

A HORA E A VEZ DOS COMPUTADORES PESSOAIS

LAWRENCE CURRAN



Mais e mais lares e até pequenas casas comerciais estão dando boas vindas à computação individual ou personalizada. Este artigo conta sobre todo o movimento existente em torno dessa nova atividade, que uns utilizam como passatempo e outros como auxiliar, em casa ou no trabalho.

O primeiro computador projetado especialmente para "hobby" surgiu nos Estados Unidos há pouco mais de quatro anos e, para surpresa geral, desencadeou o desenvolvimento de toda uma nova indústria, com uma safra de pequenas companhias, feiras e publicações especializadas.

É ainda um mistério onde reside o atrativo do computador individual. Há quem acredite que ele vai de encontro ao desejo de jogos de vídeo mais sofisticados, outros enfatizam seus fins educacionais ou sua utilidade em manipular tarefas domésticas e financeiras. Mas a origem tecnológica de todo esse movimento reside, é claro, no microprocessador.

Alguns dos sistemas de uso individual são máquinas dotadas de microprocessador, de uso geral e dirigidas ao meio industrial ou comercial, mas baratas o suficiente para motivar o "hobista" também. Outros conjuntos são kits de avaliação de uma só placa, vendidos pelos fabricantes de microprocessadores, com a finalidade de promover seus produtos entre os projetistas, mas que são procurados nas lojas para uso privado. Muitos, porém, são kits formados por várias placas (e frequentemente incluem um chassis, gabinete e sistema de terminais, também). Estes últimos costumam ser vendidos, já montados ou por montar, em lojas especializadas em computadores para "hobby".

Em muitos dos kits, o microprocessador da placa central de processamento é um dispositivo de 8 bits. E geralmente a memória ROM que guarda as instruções codificadas do computador inclui também um monitor, que auxilia na manipulação da informação de entrada. A memória RAM varia de menos de 1 até 8 quilobytes na capacidade, embora os sistemas possam ser ampliados para endereçar até 65 quilobytes (em contraste com a capacidade de megabytes dos minicomputadores).

No que se refere à programação, os sistemas mais simples devem ser comandados com linguagem de máquina, enquanto os outros fazem uso de "assemblers". Entretanto, grande parte de fornecedores estão incentivando o uso do Basic ou alguma variação dessa linguagem de alto nível.

A introdução do programa chega a ser bastante simples, através de chaves ou de um teclado de 16 teclas, ou ainda de uma unidade de fita de papel ou uma unidade cassete. A saída é visualizada, em geral, num "display" de diodos LED ou por meio de dígitos hexadecimais, num aparelho de TV especialmente adaptado.

Os kits de computador e as placas de avaliação atraem duas categorias de usuários: o inverterado montador de kits, para quem a montagem constitui boa parte da diversão e a utilidade fica em segundo plano; e o engenheiro eletrônico, ou especialista em "software", que deseja que o sistema produza trabalho útil e está disposto a efetuar algumas soldagens ou programação extensiva, se bem que preferisse um kit já montado.

Existe ainda uma terceira categoria — a dos leigos — que desejam apenas máquinas que lhes permitam disputar mais e melhores partidas de jogos de vídeo, que os mantenham informados de suas finanças ou os ajude a manter um pequeno negócio.

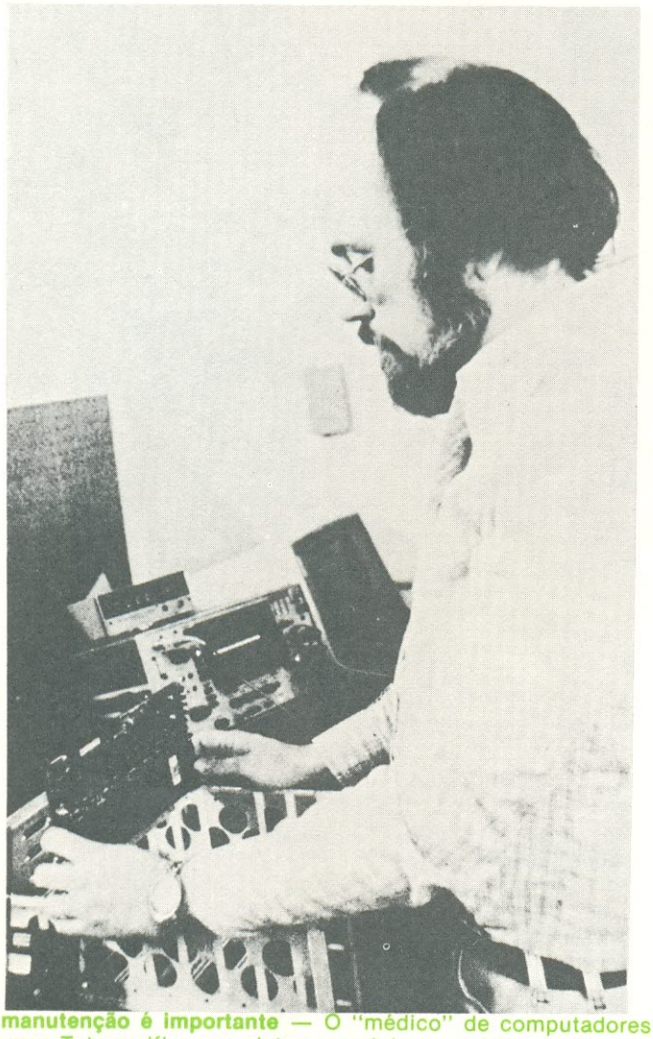
No entanto, o crescimento deste último grupo e a rapidez com que isso acontecerá permanece ainda no campo da adivinhação. Um possível paralelo pode ser feito com a faixa do cidadão, que floresceu somente depois de vários anos do aparecimento do radioamadorismo. É justamente essa dúvida sobre a procura desses sistemas que está protegendo as pequenas empresas, produtoras de computadores pessoais, da séria concorrência representada pelos fabricantes de microprocessadores, fornecedores de jogos de vídeo e até dos fabricantes de minicomputadores. Mesmo assim, paira no ar uma ameaça aos novatos desse ramo, que geralmente são mal financiados.

Sistema de aprendizagem — Defronte a um terminal de um computador Baby I, da firma STM Systems Inc., esta professora faz mudanças num programa Basic, de modo a auxiliar uma criança a aprender as tábuas de multiplicação. O computador é portátil.

Outros empresários que pretendem usufruir da indústria nascente são os fabricantes de periféricos, fornecedores de "software", distribuidores de semicondutores e, naturalmente, toda a legião de lojas especializadas nesse novo passatempo, as quais oferecem serviços de montagem e manutenção, além de venderem o equipamento. Através dessas mesmas lojas, pode-se entrar em contato com uma verdadeira biblioteca de livros técnicos, trazendo informações sobre o assunto, que podem ser complementadas com sugestões dadas por mais de duas dúzias de revistas especializadas, ou por consultas feitas a um dos 100 clubes de computadores.

As feiras também estão surgindo por todo lado, além de exposições de computação pessoal e congressos dos clubes de computadores.

Os fabricantes de computadores para "hobby" atendem a um público sempre crescente



A manutenção é importante — O "médico" de computadores George Tate verifica um sistema na loja especializada Computer Mart.

Uma companhia que realmente soube levar o negócio de computadores pessoais é a MITS Inc. É claro que já havia computadores caseiros, antes da expansão desse "hobby", mas o kit do computador Altair 8800, da MITS, lançado em janeiro de 75, foi o início desse mercado promissor.

Atualmente, existem pelo menos 50 companhias fornecendo "hardware" aos amadores do computador, tanto em forma de processadores centrais como de periféricos. Espalhadas por todo o país, elas levam nomes como Apple Computer Co., The Digital Group, Logical Services Inc., e Ohio Scientific Instruments. Curiosamente, a Heath Co., a maior produtora de kits, retardou seu lançamento de computador em relação a todas as outras firmas menores.

A concorrência

As pressões mais ameaçadoras sentidas pelas jovens companhias provém das grandes firmas de semicondutores, cujos kits de avaliação de microprocessadores são facilmente encontrados junto aos distribuidores. Há uma grande possibilidade de que tão logo o negócio de computadores pessoais se mostre altamente compensador, firmas como a Intel, Motorola ou Fairchild se unam, evitando que as firmas de kits ultrapassem o raio da área de "hobby", em direção ao mercado comercial e do consumidor. No entanto, um passo nessa direção parece ter sido dado pela Commodore International Ltd., que planeja combinar sua experiência de mercado no campo de calculadoras com o "know-how" de sua mais recente aquisição, a tecnologia MOS.

Todas as pequenas companhias estão conscientes dessa pressão, mas as reações a ela variam, de um caso para outro. Um dos gerentes da Martin Research Inc., por exemplo, que é uma dessas firmas, declara que sua companhia gostaria de partilhar do futuro mercado dos computadores para consumidores, mas que duvida do sucesso de qualquer um que não domine o processo dos semicondutores.

Certas companhias, por outro lado, estão se expandindo tentando preencher o vácuo existente entre os sistemas pessoais e os minicomputadores, fornecendo kits que acrescentam memória, periféricos e "software" suficientes aos pequenos computadores, de forma que eles possam ter uso em pequenas aplicações comerciais e industriais.

Uma ou duas firmas tiveram a coragem de tentar atrair o consumidor leigo, como a ECD Corp., que vende um computador caseiro, chamado MicroMind, o qual, entre outras coisas, é capaz de produzir jogos num aparelho normal de TV.

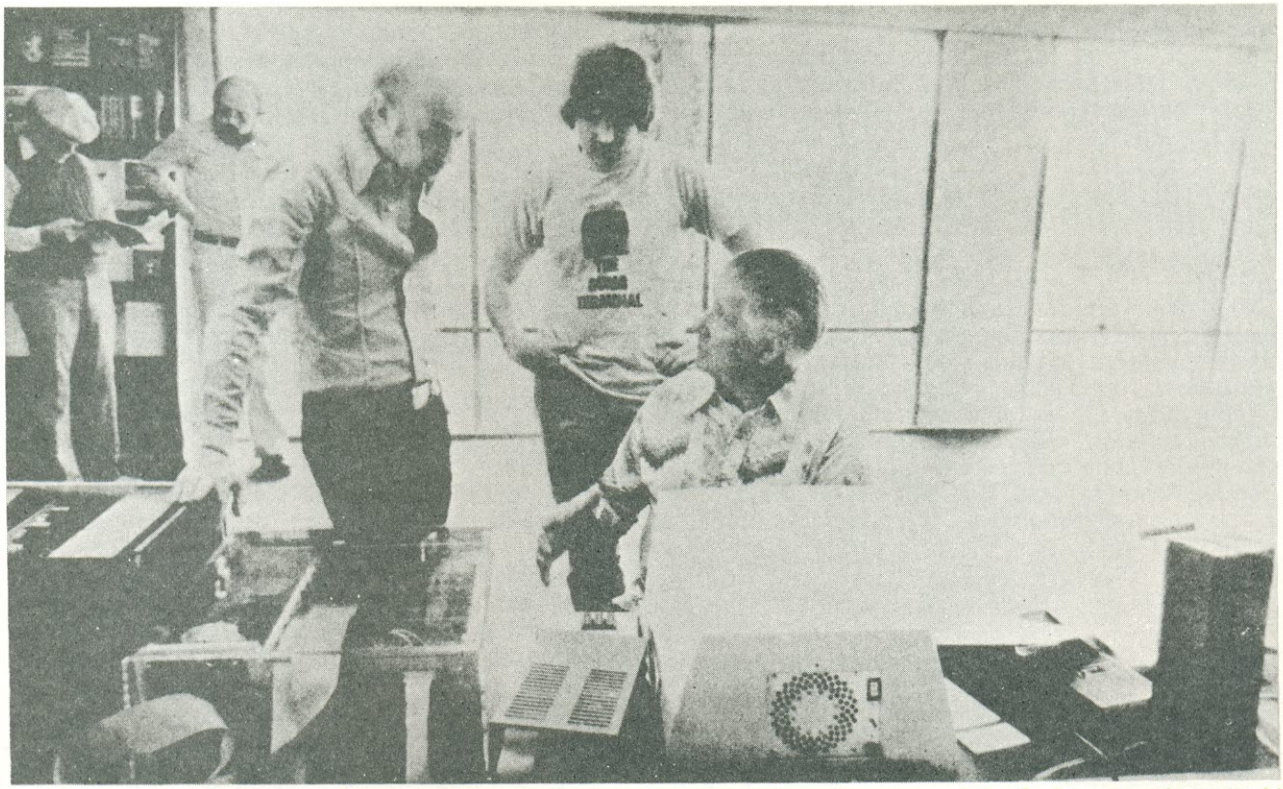
Estritamente para divertimento

O "hardware" básico oferecido a essas três categorias de compradores não sofre grandes variações, de uma categoria para outra. De fato, a única diferença que certos fabricantes veem entre os computadores caseiros e os modelos comerciais ou industriais está no menor custo dos primeiros, que são baratos o suficiente para que as pessoas possam comprá-los.

A firma IMS Associates, que dizem ser a maior competidora da MITS, acredita que os computadores caseiros serão devotados, ainda por algum tempo, aos jogos de vídeo. Esta companhia começou como uma firma de consultoria, obtendo um contrato para projetar um computador, após o que resolveu fabricá-los por conta própria, começando com o IMSAI 8080.

O kit básico do IMSAI é composto por uma placa de UCP, 1024 bytes de memória RAM, um painel frontal e um chassis metálico. Um sistema completo, porém, requer uma outra placa com 4 quilobytes de memória, uma placa com múltiplas entradas/saídas e um "display" de vídeo preto e branco com teclado (ou uma placa de "interface" para vídeo, que conecta o sistema a um aparelho de TV comum).

A IMS já iniciou também a instalação de uma cadeia de lojas especializadas, chamada de "Computer Shack", que passarão a vender 80% do estoque em kits e 20% de "hardware" já montado. A qualidade e o atendimento dessa firma foram bastante elogiados pela revis-



Em exposição — Na loja Computer Mart, um sistema completo de computador está em exposição. O sistema está construído em torno do microprocessador 8080.

ta Kilobaud, uma publicação dedicada ao ramo de computadores para "hobby".

Uma outra companhia, a Processor Technology, introduziu sua linha de microcomputadores baseada no 8080, denominada Sol, em abril de 75. Seu presidente afirma que a companhia pretende permanecer sempre ao nível dos "hobistas", confiante de que somente as pequenas firmas serão capazes de atender às necessidades dos usuários. Os distribuidores dizem que a linha Sol é uma das mais populares, fornecendo tudo o que é necessário, exceto o "display". O "software" do sistema (Basic 5) é fornecido gratuitamente, juntamente com um jogo de alunissagem.

A Polymorphic Systems também se dedica aos computadores pessoais, após a introdução de seu kit Poly-88, baseado no 8080.

A Martin Research, por sua vez, entrou no mercado com dois kits diferentes: o MIKE 3, utilizando o 8080 e vendido em versões de 3 e 4 placas; e o MIKE 8, que emprega o microprocessador Z-80 e possui três placas. Este último contém uma placa para a UCP, um painel com teclado tipo calculadora e seis dígitos decodificados, além de uma placa de programação para memórias PROM.

E também para negócios

Ao contrário desse grupo, a MITS se dispõe a "atacar" os pequenos negócios, que a colocaria em competição direta com computadores portáteis do porte de um IBM 5100. De acordo com fontes da companhia, o mercado de possuidores de pequenas firmas comerciais é o mais vasto, entre todos.

A MITS, assim, montou uma subsidiária para fornecer aos usuários de seu microcomputador Altair um "software" inicialmente dirigido às aplicações de pequenos negócios. O primeiro deles inclui operações gerais para livro razão, folha de pagamentos, recebimentos e pagamentos, gerência de inventários e processamento de palavras.

A firma Quay Corp. joga nos dois times, produzindo computadores para "hobby" e para fins comerciais.

O sistema Baby I da recentemente inaugurada STM Systems Inc. está apenas no início. Acondicionado numa maleta tipo 007, o Baby contém um teclado tipo máquina de escrever, com 62 teclas, uma placa para o microprocessador 6502 e 4 quilobytes de memória, um monitor de ROM de 1024 bytes e um "interface" para cassete. O monitor é formado por uma tela de quase 25 centímetros.

Para negócios e divertimento

A expansão dos computadores pessoais está acontecendo também numa outra direção: do mercado industrial para o consumidor. Foi um fenômeno verificado pelas firmas Wave Mate e Electronic Tool Co., que possuíam sistemas destinados a aplicações industriais e que passaram a ser comprados para utilização caseira. O computador da Wave Mate utiliza o microprocessador 6800 da Motorola, enquanto o da Electronic Tool pode abrigar o 6800, ou o 8080, ou o 6502 ou o F8.

Foco na programabilidade

Grande parte das companhias de "hardware" parecem se importar muito pouco com as dificuldades ou facilidades de se programar seus produtos, embora os compradores preocupem-se bastante com esse detalhe. Uma das exceções parece ser a Southwest Technical Products. Antes de novembro de 75 a companhia vendia kits de circuitos publicados na revista Popular Electro-

nics; seu crescimento desde então é atribuído ao lançamento do computador SWTPC 6800.

Para tal sistema foi escolhido o microprocessador 6800, de 8 bits, pelo fato de facilitar a criação de "software" para o usuário. Mas, reconhecendo que introduzir programas em linguagem de máquina é uma "tarefa aborrecida", e que o Basic tornou-se a linguagem mais difundida em computadores pessoais, a Southwest previu a utilização da mesma em seu sistema, como linguagem de alto nível.

Os fabricantes de semicondutores hesitam em se envolver

Como já foi dito, em competição direta com as pequenas firmas de computadores estão as grandes companhias possuidoras da tecnologia de produção de semicondutores. Todas elas, incluindo a National, RCA, MOS Technology, General Instruments, Fairchild, Motorola, Signetics, AMI, Texas e Intel, tem microcomputadores simples à venda que tiveram alguma procura pelos adeptos do novo "hobby". Boa parte das vendas é efetuada através de distribuidores, dificultando a obtenção de estatísticas.

A caminho

A National tem se esforçado em atingir os engenheiros de outras áreas que não seja a eletrônica, com seus microprocessadores SC/MP, de 8 bits. Ela chegou a desenvolver uma linguagem de alto nível para os SC/MP, chamada NIBL, que consiste de um vocabulário simples e limitado, em inglês, com uma gramática rigidamente definida. Foi colocada à disposição do público gratuitamente, numa tentativa de tornar bem conhecidos os SC/MP.

Enquanto o grupo de microprocessadores da National tem se dedicado aos sistemas para "hobby", a divisão de produtos para o consumidor procura atender ao usuário que requer um computador pessoal completamente montado, de baixo custo, orientado ao entretenimento, educação ou simples tarefas de guarda-livros.

A divisão de estado sólido da RCA possui dois produtos, utilizando a linguagem Basic, aplicáveis ao uso caseiro, apesar de serem destinados, originalmente, ao mercado industrial.

A RCA oferece também o Microtutor, um computador elementar completamente montado, programado por intermédio de chaves. Ele vem acompanhado de um manual de auto-aprendizagem e é considerado um verdadeiro microcomputador para principiantes.

O conjunto KIM-I, da firma MOS Technology, é um sistema de avaliação de uma só placa, baseado no microprocessador 6502, considerado ideal para o "hobista".

A divisão de microeletrônica da General Instruments também se viu envolvida no mercado de computadores pessoais através de seu microcomputador Gimini, projetado para o desenvolvimento da família 1600 de microprocessadores de 16 bits, da própria firma. Com a finalidade de firmar sua presença no ramo, a GI desenvolveu um novo sistema, o Gimini Júnior, dirigido especialmente ao amador.

Aguardando

Ao contrário das firmas anteriores, que de uma forma ou de outra se envolveram no ramo de computadores pessoais, estas estão "de olho", observando a evolução do mercado.

A Fairchild vende seu kit 1-A, já montado, para engenheiros, que o utilizam para uso pessoal. "Sob esse ponto de vista", diz um dos gerentes, "estamos no mercado de "hobby".

A Motorola participa com dois kits, o MEK6800D-2 e o Educator 2, que são, entretanto, ampliáveis e compatíveis com o sistema de desenvolvimento Exorcisor, da própria Motorola.

Na Signetics, nada ainda de concreto, embora seu kit que emprega o microprocessador 2650, que contém memórias RAM e PROM, além de circuitos "interface", esteja sendo usado em jogos de vídeo. Os planos da companhia são de introduzir o microprocessador em todos os lares, através desses jogos.

Apesar de ter um kit de avaliação sendo comprado como computador pessoal, a firma AMI considera, por enquanto, o mercado de "hobby" arriscado.

Rumores...

Um dos maiores mistérios paira sobre em torno do que a Intel fará sobre computadores pessoais. Tudo indica que ela pretende entrar no ramo de forma espetacular. Por enquanto, já está concorrendo no ramo com seus kits de desenvolvimento de projetos, denominados SDK-80, e o seu sistema de desenvolvimento de microcomputadores MDS-80.

Quanto á Texas, apesar de não apresentar definições sobre sua participação no ramo, lançou o EVM-9900, um microcomputador de placa única que pode encontrar acolhida entre os adeptos de computadores pessoais. Esse sistema contém o microprocessador TMS-9900, de 16 bits, PROM apagável, RAM e "interface" para RS-232 e "teletype".

Imaginação é o que não falta aos possuidores de computadores caseiros

Os computadores pessoais atraem fazendeiros, educadores, músicos, jogadores de vídeo, mas, acima de tudo, atraem pessoas interessadas em aprender mais sobre programação. De acordo com uma pesquisa feita pela revista BYTE, especializada no "hobby" de computadores, o desenvolvimento de "software" ficou em primeiro lugar entre as aplicações dadas pelos seus leitores às máquinas; os jogos interativos com teclado ficaram em segundo lugar e os gráficos interativos, em terceiro.

Swartz: fanático do "software"

"Sou um fanático classe A do software", reconhece Robert Swartz, de 28 anos. "Sempre que surge uma novidade em 'software', lá estou eu, montando, testando, mexendo". Ele trabalha na firma Embosograph Co., de sua própria família, especializada na fabricação de "displays" de ponto de venda em Chicago.

Ele admite que começar há cinco anos atrás foi difícil. Seu primeiro kit foi um Mod-8, um sistema de desenvolvimento da já falida Microsystems International Ltd., na época em que a única forma de se obter peças, nos Estados Unidos, era dirigir-se aos distribuidores. Após a falência da Microsystems, ele teve que terminar sozinho seu Mod-8. Com sua experiência acumulada, atualmente ele possui um sistema contendo uma UCP com 8080, um gravador/reprodutor duplo para diskettes, um sistema para discos, uma impressora, uma "teletype" e um terminal de vídeo.

Chamberlain: fazendeiro

Calcular o retorno de investimento por acre numa fazenda é o que torna o sistema Altair 8080 de Thomas Chamberlain num sistema para pequenos negócios. Além de ser programador de horários na universidade de Massachussets, ele dirige uma fazenda em Ohio, propriedade sua e de mais dois irmãos. Formado em análise de sistemas pela universidade de Nova Iorque, esse coronel reformado do exército resolveu aplicar seus conhecimentos para dirigir a fazenda.

Seu computador é um Altair 8800; juntamente com ele, são utilizados 32 quilobytes de memória, um conjunto de diskette, uma "teletype" com controlador, tudo empregando o Basic como linguagem. Chamberlain aprendeu a programar a máquina por conta própria, com a recompensa de aumentar os lucros da fazenda em 20%. No momento, ele está desenvolvendo bases de dados que incluem, por exemplo, que tipo de fertilizante utilizar para obter a melhor colheita por acre, para uma determinada plantação; dados cíclicos sobre o tempo; preços de mercado; épocas de plantio. É só inserir os custos no computador, juntamente com todos os dados anteriores, e a máquina lhe diz o que plantar e o que vender.

Blaney: músico

Foi para compor música sintetizada que Robin Blaney decidiu, há quatro anos, adquirir um computador de baixo custo, pois como estudante do equivalente ao nosso 2º grau, com 21 anos, ainda não pode adquirir um sintetizador.

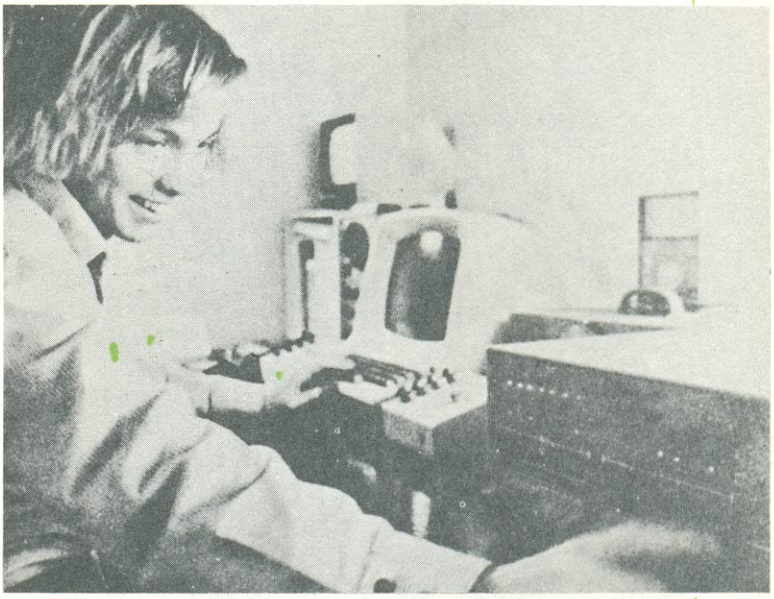
Seu computador é um IMSAI, acompanhado por "interfaces" A/D, memória PROM, um sistema de cassete, 30 quilobytes de memória e dispositivos I/O para música sintetizada. O "software" é escrito em Basic.

Para compor uma música, Robin produz notas num teclado de um órgão eletrônico, as quais são reproduzidas por um amplificador e lidas no terminal em tempo real, enquanto são armazenadas na memória. Com a ajuda de um sintetizador eletrônico, porém, ele poderia gerar sons de qualquer instrumento musical.

Dilks: jogador e professor

Para John Dilks, o computador será mais importante que o quadro-negro para a educação, dentro de mais alguns anos. Ele utiliza seu sistema em casa, com três crianças de 5 a 12 anos, para jogar partidas de jogos como a Forca. Através de uma variação da Forca, ele ajudou uma das crianças a soletrar melhor.

John possui, em seu sistema, um IMSAI 8080, 14 quilobytes de memória RAM, 4 quilobytes de memória PROM, um circuito "interface" para cassete e uma placa I/0 com duas portas bidirecionais; além disso, ele conta com um terminal de vídeo de uma "teletype", utilizada como impressora.



O músico e seu computador — Preparando-se para passar um programa pelo seu sistema, com a finalidade de produzir música eletrônica, Robin Blaney comuta os controles de seu computador IMSAI e injeta instruções por meio de seu terminal de vídeo.

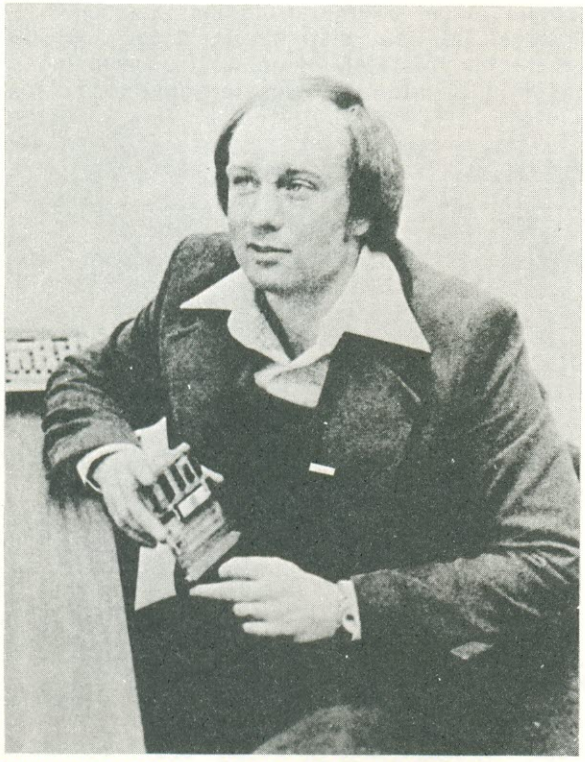
Lavallee: o econômico

Ron Lavallee insiste em afirmar que não "mexe" com computadores por "hobby", mas por necessidade. Sua solução pessoal para a crise nacional (e internacional) de energia foi a de instalar em sua casa um aquecedor de 1920, alimentado a lenha, juntamente com um sistema de controle de aquecimento baseado no microprocessador SC/MP, da National.

Em janeiro, quando seus vizinhos da cidade de Hudson baixaram os termostatos, a fim de evitar uma segunda conta mensal de combustível acima de 100 dólares, Ron manteve sua casa de seis cômodos à temperatura agradável de 20° C. E sua conta de dezembro, em combustível para cozinhar, aquecer os ambientes e a água não passou de 29 dólares.

"O microprocessador transforma um aquecedor ineficiente numa máquina moderna", comenta Lavallee, que trouxe e instalou seu queimador de lenha em novembro, antes que o frio chegasse. "Quando se alimenta o aquecedor com a lenha", explica, "o fogo é avivado por pouco tempo e, depois vai sendo reduzido aos poucos, até se transformar em brasas; ele só é avivado novamente quando mais lenha é jogada na fornalha. Agora, se o ar que alimenta o fogo do aquecedor puder ser regulado, a madeira vai queimar de uma forma mais estável e constante, gerando mais calor, durante um maior período de tempo".

Um sensor térmico, instalado na tubulação de saída de calor do aquecedor, monitora constantemente o calor



Poupando energia — Aquecendo sua casa com um aquecedor levado à máxima eficiência por um computador montado em torno do microprocessador SC/MP, Ron Lavallee reduziu em 100 dólares sua conta mensal de combustível.

produzido. Para manter essa temperatura dentro de uma faixa pré-estabelecida, o microcomputador verifica periodicamente o sensor, fechando ou abrindo a entrada de ar, por meio de um motor "stepper". "Sempre que a temperatura não sobe até a faixa determinada, depois de um certo número de passos de abertura, o sistema aciona um alarme de 'pouca lenha'", diz Lavallee. "O sinal toca uma vez por minuto, até que o aquecedor esteja novamente provido de lenha". Ele calcula que seu aquecedor a lenha computadorizado seja 10% mais eficiente em dias muito frios e 30% mais eficiente em temperaturas pouco acima do ponto de congelamento.

Raskin: uma casa-modelo

O verdadeiro potencial dos computadores pessoais talvez seja demonstrado por Jef Raskin, que construiu uma casa em Brisbane, na Califórnia, que possui, em cada sala, uma tomada para RS-232, uma barra paralela e um cabo coaxial, de modo que ele possa deslocar seu sistema Poly-88 para qualquer local. De acordo com esse solteirão de 34 anos, "a casa foi projetada, do teto ao chão, para a música e os computadores".

Escritor, consultor de eletrônica, músico profissional, adepto do aeromodelismo e fotógrafo, Jef possui ainda grau de mestrado em ciência de computação, matéria que chegou a lecionar na universidade, e um diploma em filosofia. Sua sala de estar causa uma sensação de anacronismo: um órgão de 100 anos, utilizado em viagens de missionários, fica bem ao lado de um computador. Em outros cantos da sala, há um outro órgão, um cravo, um piano elétrico, um cello baixo e prateleiras repletas de discos, tudo isso tocado por Jef.

Isso não quer dizer que o computador controle sua vida; ao contrário, Jef se utiliza dele para se libertar de certas tarefas corriqueiras, tal como a de escrever cartas. O sistema básico é o Poly-88, com 48 quilobytes de memória, ao qual ele adicionou uma impressora e um teclado, empregados para a programação em Basic, e mais um "interface" RS-232, um "interface" para cassete e um outro "interface", que lhe permite executar programas em seu aparelho de TV.

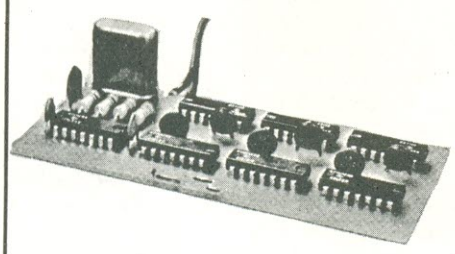
Raskin planeja utilizar 4 quilobytes da memória no controle de um órgão de tubos (que lhe custou barato, numa barganha com o convento local). Assim, os concertos que pretende dar serão "controlados por computador", pois até as luzes cênicas que estão sendo instaladas dependem do sistema.

Atualmente, ele está desenvolvendo um programa para controlar seu forno de micro-ondas. E o sistema de energia solar que alimentará a casa vai suprir também o computador.

© - *Copyright Electronics International*

Freqüências de "clock" à vontade

É o que oferece o ***oscilador TTL padrão.*** *As freqüências fornecidas cobrem a faixa de 1 H a 1 MHz, em variação discreta. Sua precisão, que é de 0,01%, é garantida por um oscilador a cristal. Na saída, você pode contar com uma forma de onda quadrada, simétrica e compatível com os níveis TTL.*



KITs NOVA ELETRÔNICA

para amadores e profissionais

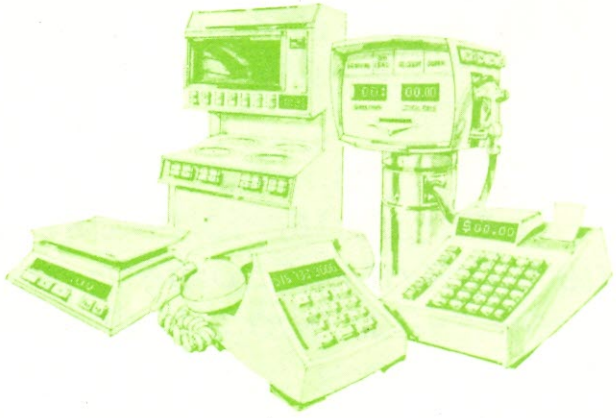
A VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

GERALDO COEN

O 8080 para principiantes

Mais um curso de nosso colaborador Geraldo Coen, que desta vez vai desvendar para vocês as técnicas e os segredos do mais popular microprocessador de nossos dias: o 8080. À medida que o curso for avançando, vocês perceberão que estão aprendendo o que são e como funcionam os microprocessadores, suas operações, circuitos periféricos e sistemas auxiliares. E, ao fim do curso, todos estarão aptos a seguir e colocar em prática o projeto de um microcomputador básico, que será publicado aqui mesmo, etapa por etapa.

Com a popularidade crescente que os microprocessadores vêm conquistando, este é um curso para ser seguido do começo ao fim. Fogões domésticos, telefones, máquinas de calcular, balanças, bombas de gasolina, são aparelhos familiares a todos nós e que já empregam, em vários países, a tecnologia dos mi-



croprocessadores. Mas vários aparelhos e processos menos conhecidos, como os sistemas industriais automatizados, também estão utilizando esses componentes; veículos motorizados, aeronaves, satélites artificiais, máquinas operatrizes, hoje em dia, não dispensam o microprocessador; aliás, em muitos casos, não podem nem prescindir dele. Não se admire se, dentro de pouco tempo, você entrar num táxi e verificar que o taxímetro está faturando a corrida com o cérebro de um microprocessador e números digitais luminosos.

Bem, voltando ao assunto do curso, podemos adiantar que ele terá um número relativamente reduzido de lições, a fim de evitar que se torne cansativo (ao redor de 15 lições, excetuando-se o projeto do microcomputador). Começamos já neste número; escreva-nos, relatando suas impressões sobre o curso.

Introdução

O objetivo final deste curso é fazer com que você, ao concluí-lo, esteja apto a projetar um microcomputador. Ele vai se focalizar no primeiro microprocessador de 8 bits a alcançar o estágio da produção em massa — o 8008 — e no seu sucessor, o 8080, que faz parte da segunda geração de microprocessadores.

Os primeiros microprocessadores 8008 e 8080 que surgiram no mercado eram fabricados pela firma americana Intel. Atualmente vários fabricantes produzem versões equivalentes (ou quase equivalentes) do 8080; é claro que diversos outros tipos de microprocessadores são produzidos, tanto para aplicações gerais como específicas. Mas, entre todos eles, o que se tornou mais popular foi mesmo o 8080, seja para fins profissionais, seja para "hobby". Isto, provavelmente devido à grande versatilidade desse componente de 2.ª geração, que permite que seja empregado nas mais variadas aplicações.

Dessa forma, acreditamos que ao entender o funcionamento de um 8080, você estará capacitando a "encarar" os demais microprocessadores, com a ajuda do manual de instruções de cada um. Para que você tenha condições de "encarar" este curso, apenas uma coisa é necessária: um conhecimento razoável de lógica digital. O resto fica por nossa conta.

O projeto com circuitos discretos e o projeto com os componentes LSI

Nos primeiros tempos dos circuitos integrados, ou CIs, chamava-se de "discretos" aos componentes que tinham encapsulamentos separados, ou seja, os transistores, diodos, resistores. Atualmente, com o progresso da tecnologia LSI (Large Scale Integration — integração em larga escala), com a qual é possível fabricar CIs contendo dezenas de integrados comuns ou milhares de transistores, os pequenos CIs da SSI (Small Scale Integration — integração em pequena escala) passaram também a ser chamados de "discretos". É por isso que se diz que o microprocessador, um dos maiores representantes da tecnologia LSI, pode substituir várias placas com circuitos ou integrados "discretos".

O primeiro microprocessador, o 8008, apesar de já simplificar bastante o projeto de circuitos, era de utilização complexa. O objetivo do fabricante, ao lançar esse novo componente, era o de provar que a flexibilidade, versatilidade e a capacidade de processamento lógico de um computador digital podiam ser obtidas em componentes eletrônicos reduzidos e de custo relativamente baixo (e, na verdade, o microprocessador nada mais á, senão a UCP, ou unidade central de processamento, de um pequeno computador).

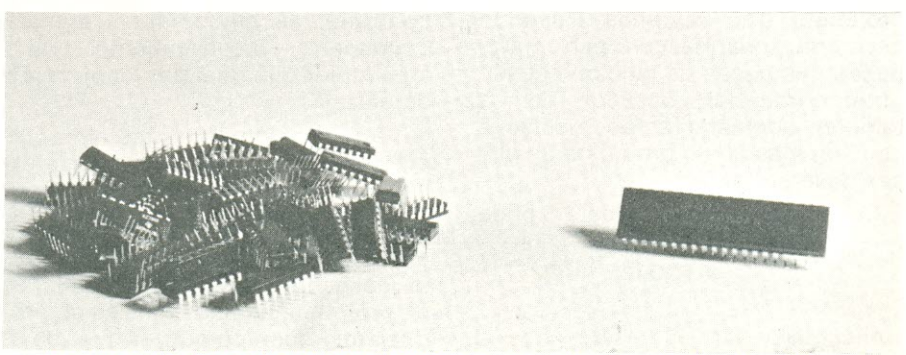
O 8080 veio solucionar os problemas que os projetistas encontravam ao lidar com o 8008. Com seus 40 pinos (enquanto o 8008 tinha apenas 18), ele oferece uma maior quantidade de seus sinais diretamente aos circuitos de controle externo.

Há uma grande diferença entre um projeto de circuito implementado dentro de um integrado LSI e um projeto lógico utilizando integrados convencionais do tipo SSI. O projetista deve estar consciente dessa diferença, ou seu projeto poderá não se tão eficiente.

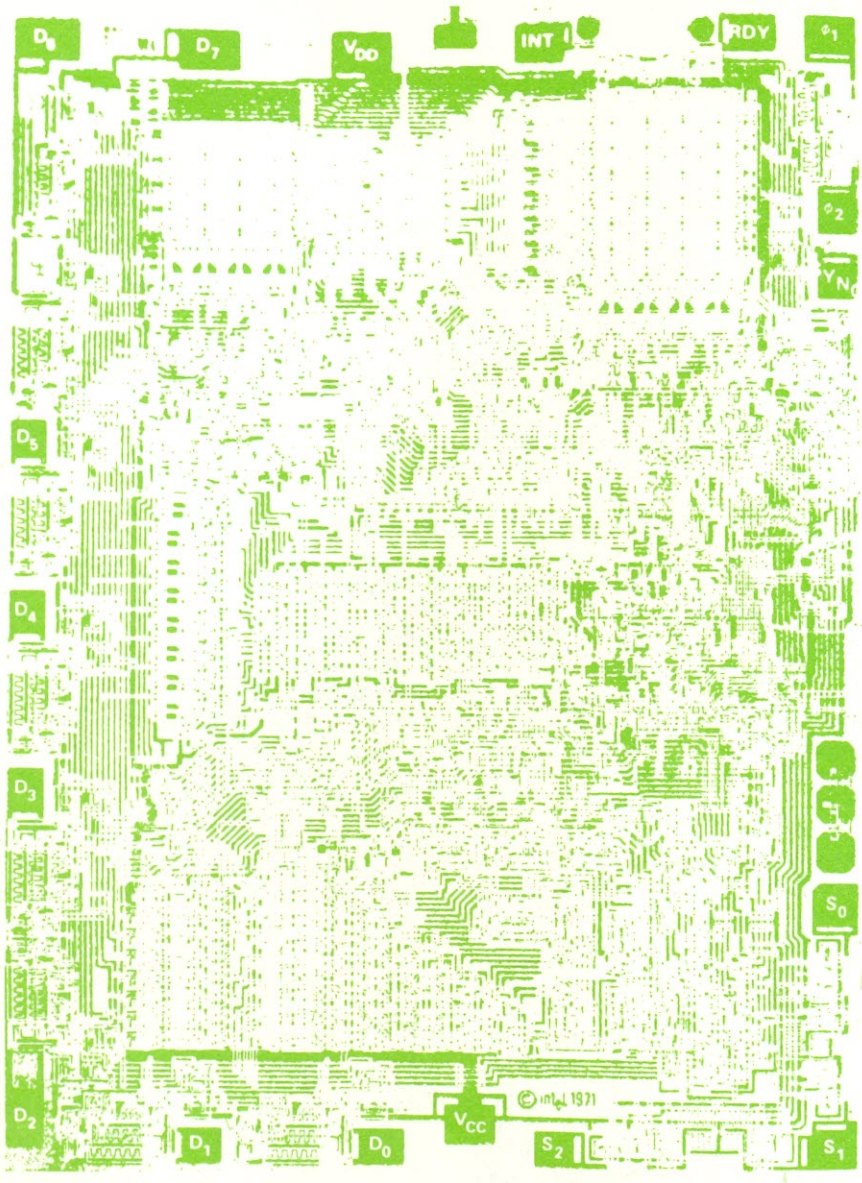
Tomemos, por exemplo, o 8008. Oito dos pinos de seu encapsulamento são utilizados para a barra de dados bidirecionais de 8 bits. Praticamente toda a comunicação entre o 8008 e o mundo exterior acontece por essa barra de dados. As informações, nessa barra, percorrem em ambos os sentidos o caminho que liga o 8008 a sua unidade lógica aritmética; aos seus sete registradores de dados de 8 bits; aos seus oito registradores de endereçamento de memória, de 14 bits; à sua lógica de controle de memória; e à sua lógica de decodificação de instruções. Os dados que passam pela barra podem representar informações de entrada, dados de saída, um código de instrução ou um endereço de memória. Todos esses processos tem lugar em instantes diferentes nas operações internas do processador da UCP (tudo isto será detalhado em uma outra lição).

No interior do microprocessador, a barra de 8 bits é distribuída para todas as principais seções da UCP. Um dos elementos mais importantes na arquitetura da "pastilha" (peça de silício, onde estão todos os circuitos do microprocessador) é o circuito de controle, que determina qual das várias seções deve controlar a barra de dados, ou dela receber informações, a cada estágio das operações internas do processador (este é um assunto que também será tratado separadamente, em outra lição).

Consideremos agora, por um momento, a implementação de um circuito de controle de barra, utilizando integrados convencionais, do tipo TTL, sobre uma placa de circuito impresso. Os sinais de temporização devem ser decodificados em suas oito possíveis combinações de estado e então empregados para ativar um certo número de dispositivos ligados à barra, em diferentes localidades da placa de circuito impresso. A placa vai necessitar um decodificador de 3 para 8 linhas e a escolha mais provável recairia sobre um único integrado TTL, que deveria conter oito portas NE de três entradas e seis inversores. A desvantagem de se utilizar um único integrado como decodificador reside no fato de que, como as oito linhas de decodificador são requisitadas em muitos pontos da placa, são necessárias oito pistas, ao invés de três, percorrendo grandes extensões da placa. De qualquer forma, não há projetista



Empregando a tecnologia LSI, o 8080 equivale a dezenas de circuitos integrados convencionais.



Fotomicrografia do microprocessador 8008

que escolha portas separadas para um só decoficiador, pois um CI mais complexo e algumas pistas a mais no circuito impresso resultam num custo mais baixo do que comprar, estocar, testar, montar e soldar integrados adicionais.

Nesse ponto, vamos examinar as decisões de projeto que aguardam o projetista de "pastilhas", quando deve criar uma máscara para a produção das peças de silício, e assim obter o microprocessador. Vamos também comparar estas decisões com aquelas que o projetista de placas deve enfrentar.

Um decodificador 3 para 8 pode muito bem ser implementado, numa "pastilha", por meio de oito portas NE de três entradas e doze inversores, sendo que cada porta e cada inversor devem estar localizados exatamente no ponto onde o sinal decodificado é requisitado. Somente as três linhas são transportadas aos vários pontos da "pastilha", ao invés das oito saídas decodificadas; caso contrário, as cinco linhas a mais ocupariam, provavelmente, uma área maior que qualquer duplicação de portas.

Tais considerações afetam a forma como o microprocessador é organizado. Em primeiro lugar, um número relativamente grande de sinais de temporização e controle, de aplicação especial, são desenvolvidos na "pastilha", em diversos pontos; são sinais derivados de um número mínimo de sinais de temporização de aplicação geral. Em segundo lugar, somente esses poucos sinais são trazidos para fora do integrado, o que significa que os circuitos externos ao 8008 precisam desenvolver novamente uma série de sinais especiais de controle, de modo que a UCP possa se comunicar com a memória e as portas de entrada e saída.

Observando o 8008 numa fotomicrografia (fotografia que mostra a arquitetura do 8008, com grande ampliação), vê-se que foi projetado por um excelente projetista de "pastilhas", que sempre utiliza portas adicionais, ao invés de linhas adicionais. Porém, tal sistema não é o ideal para o projetista de "hardware", na hora de criar o controle do microcomputador e a lógica de temporização, pois é preciso fazer isso com o menor número possível de peças. Assim, a lógica de controle e temporização pode não ser exatamente igual àquela que está no interior do CI.

Antes de mais nada, o projetista deve dominar perfeitamente o mecanismo das operações internas da UCP. Em seguida, ele deve compreender como os sinais básicos de temporização do microprocessador estão relacionados com as operações internas (no caso do 8008, existem seis sinais básicos de temporização: ϕ1, ϕ2, S2, S1, S0 e SYNC). Apenas neste ponto é que ele deve começar a pensar no projeto dos circuitos externos.

Esse sistema de trabalho tende a ser mais produtivo que apenas copiar ou tentar simplificar os projetos de 8008 publicados pelos fabricantes do mesmo. E, empregando este método, o número de integrados poderá ser reduzido de 20 a 50%, na montagem de um microcomputador, dependendo da aplicação a que ele se destina.

Além disso, o projetista que domina completamente a operação da UCP está em condições de colocar o microprocessador para fazer coisas que não aparecem nos manuais dos fabricantes.

Os microcomputadores

Aplicações

Com a velocidade e versatilidade que as próximas gerações de microprocessadores deverão apresentar, os projetistas serão capazes de produzir microcomputadores que vão rivalizar com os melhores minicomputadores de hoje em dia. No entanto, mesmo hoje em dia existe muita coisa que pode ser feita com microprocessadores, pois os sistemas que empregam microcomputadores

As múltiplas aplicações dos microprocessadores

não são necessariamente computadores. Eles estão incluídos numa grande variedade de dispositivos eletrônicos digitais, desde balanças automáticas, passando por periféricos de computadores, por controles industriais, até sistemas de comunicação.

Vejamos alguns exemplos: calculadoras programáveis, jogos eletrônicos, rádios com "display" digital e auto-sintonia. Controle de carburação e ignição em automóveis; freagem antiderrapante. Alarmes de segurança e temperatura em edifícios, controles para elevadores. Programadores para máquinas operatrizes, sistemas para sinais de tráfego. Aparelhos de monitoração de pacientes em medicina, analisadores bioquímicos. Filtros digitais de baixa freqüência e analisadores Fourier. Instrumentação para medições eletrônicas complexas; testadores de circuitos. Centrais telefônicas, periféricos de computador, caixas registradoras eletrônicas e terminais de computador.

O que é o microcomputador

O microcomputador é uma unidade lógica programável, com base num microprocessador. Como o próprio nome já sugere, os princípios básicos da tecnologia dos computadores são empregados no microcomputador. Seus circuitos eletrônicos destinam-se a efetuar operações lógicas com blocos de **dados** codificados sob a forma binária (no caso do 8008 e do 8080, esses blocos são **bytes** de oito bits). Cada operação é efetuada seqüencialmente a uma certa velocidade, e sob o controle de **instruções**, também codificadas em binário.

A versatilidade do microcomputador depende, em parte, do **conjunto de instruções** do microprocessador, que em geral fornece **operações lógicas básicas** (E, OU EXCLUSIVO, OU, etc.) e **operações matemáticas** (SOMA, SUBTRAÇÃO, etc). Existem também as instruções que providenciam a comunicação com os equipamentos associados ao microcomputador, recebendo (ENTRADA) e transmitindo (SAÍDA) dados.

Os programas requisitados pelo microcomputador para levar a termo suas funções são normalmente guardados numa memória semicondutora permanente (memória ROM — Read Only Memory ou memória só de leitura). O microprocessador **lê** cada instrução armazenada na memória, **executa** essa instrução e segue em frente, com a instrução seguinte. As **instruções condicionais** fazem o microprocessador "saltar", sem uma seqüência fixa, para um certo ponto do programa, *somente* se o resultado da operação anterior satisfizer certas condições pré-estabelecidas. Tais instruções são essenciais à programação de

computadores e representam o fator que faz do microcomputador um verdadeiro computador, e não apenas um sistema lógico programável dotado de uma certa complexidade.

Grande parte dos microcomputadores requer maior capacidade de armazenagem temporária do que é possível obter dentro do próprio microprocessador; dessa forma, nesses casos faz-se uso de uma memória RAM (Random Access Memory ou memória de acesso aleatório). O microprocessador pode escrever e ler dados, ou ler instruções, na memória RAM. A UCP (unidade central do processamento) possui meios para o endereçamento de qualquer local da memória, do modo que for especificado no programa.

As vantagens dos microcomputadores

É sempre possível obter alguma flexibilidade de projeto com os circuitos lógicos convencionais (aqueles "discretos"). Assim, por exemplo, é possível acrescentar um sistema numa placa de circuitos desse tipo, a fim de se obter uma característica desejada. A tecnologia dos microprocessadores, por sua vez, implica em um nível diferente de flexibilidade.

Em primeiro lugar, no caso da lógica convencional uma mudança de projeto quase sempre exige um circuito impresso redesenhado. Quando se trabalha com microcomputadores, normalmente a única mudança necessária é a do "software" (programação), que envolve uma nova programação da memória ROM ou da memória PROM (Programmable ROM ou ROM programável), que é mais vantajosa, pois pode ser reprogramada pelo próprio usuário.

Em segundo lugar, o microcomputador pode servir como elemento lógico básico de toda uma família de equipamentos relacionados. Para fins ilustrativos, vamos assumir que o projetista esteja manipulando uma série de periféricos de computador, tais como o tubo de raios catódicos, uma impressora, um terminal de comunicação com teclado, etc. O próprio microcomputador é instalado numa placa, sendo utilizado com todos esses dispositivos. Ele é composto pelo microprocessador, circuitos de temporização, memória ROM (para armazenagem dos programas), memória RAM e alguns integrados para "inferface" da entrada e saída, de aplicação geral.

Em placas separadas vão os componentes necessários às funções especializadas da máquina: excitadores de potência, codificadores de teclado, amplificadores de deflexão, modems (moduladores/demoduladores), etc. A memória ROM necessária à estocagem das instruções apropriadas a essas máquinas são inseridas em um soquete, em cada placa separada. E uma eficiente distribuição de barras de comunicação vem otimizar a flexibilidade e a modularidade de todo o sistema.

(Continua)

Os Catarinenses já não tem problemas para comprar Kits Nova Eletrônica e componentes

RADAR

Eletrônica Radar Ltda.
Rua General Liberato Bitencurt Nº 1.999
Florianópolis
tel.:44-3771

CURSOS

PRÁTICA EM TÉCNICAS DIGITAIS

Exame e experiências com flip-flops

Complementando as três lições iniciais do curso de "Prática em técnicas digitais", faremos um breve intervalo para sugerir algumas experiências simples, mas que poderão ser úteis à compreensão e comprovação do funcionamento e características dos flip-flops. As experiências serão seguidas por um exame que avaliará o seu aprendizado relativo a estes importantes dispositivos.

1.ª experiência: flip-flops RS

O objetivo desta é demonstrar a operação e as características de um flip-flop RS **(latch).** O material necessário não oferece qualquer dificuldade para ser obtido: uma fonte de 5 V/200 mA, dois CIs de quatro portas NE ou NOU com duas entradas — 7400 e 7402 —, um CI com seis inversores — 7404 ou 7405 —, dois resistores de 1 k ohm, e dois LEDs — FLV110.

Procedimento

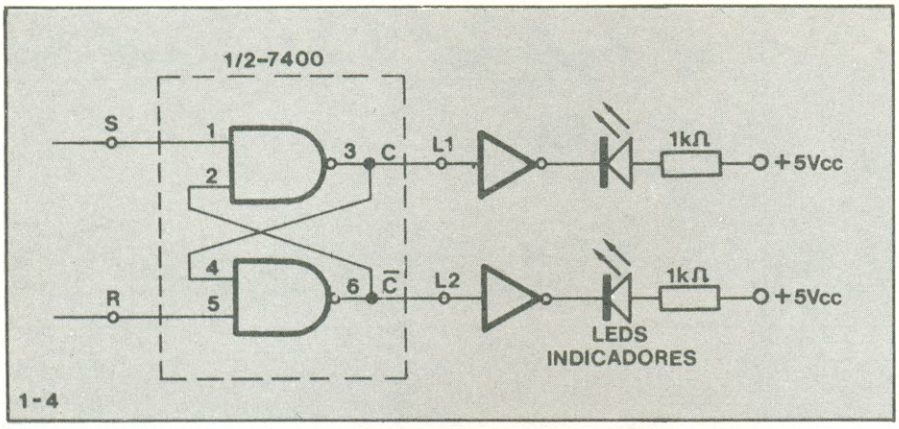
1 — Comece por fazer as ligações do circuito indicado na figura 1-4. Os comandos lógicos de 0 e 1 serão dados pela ligação ao terra e à alimentação. Tanto o 7400 como o 7404 devem ter seus pinos 14 e 7 conectados à fonte de +5 VCC e ao terra, respectivamente. Os LEDs ligados à saída do flip-flop RS, após os inversores, indicarão o estado das saídas C e $\overline{C}$ daquele componente.

2 — Ligue a alimentação ao circuito e observe o estado presente no flip-flop. A seguir, utilizando fios ou outros meios condutores, faça as ligações necessárias para obter as combinações de R e S indicadas na tabela. Lembre-se que para impor o estado 0 a uma entrada, a mesma deve ser ligado ao terra, enquanto que para se obter 1 a conexão deverá ser feita com VCC. Para cada combinação imposta às entradas S e R, observe o estado das saídas C e $\overline{C}$, através dos LEDs correspondentes.

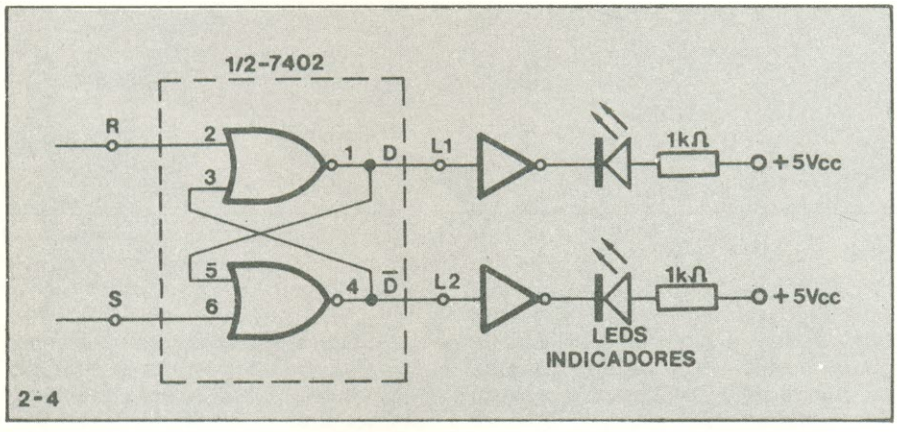
O acendimento do LED indicará o nível 1 na saída, sendo que quando este permanecer apagado, a mesma estará em 0. Os contatos para impor as condições de entrada deverão ser feitos por pulsos, ou seja, ligue momentaneamente o ponto desejado à alimentação, quando quiser impor um nível alto ao mesmo. Anote os resultados obtidos na tabela 1.

3 — Construa o circuito mostrado na figura 2-3. Desta vez você estará usando portas NOU, ao invés de NE, para constituir um flip-flop RS. Isto quer dizer que o circuito integrado 7400 deve ser substituido por um 7402. O restante do procedimento é análogo ao descrito anteriormente. Acompanhe as condições para as entradas R e S da tabela 2 e anote os resultados indicados pelos LEDs da saída.

4 — Preenchidas as tabelas referidas nos itens 2 e 3, com os níveis correspondentes obtidos para as saídas C e $\overline{C}$ (tabela 1) e D e $\overline{D}$ (tabela



ENTRADAS		SAÍDAS		
S (A)	R (B)	C (L1)	C (L2)	ESTADO
0	0			
0	1			
1	0			
1	1			



ENTRADAS		SAÍDAS		
S (A)	R (B)	D	$\overline{D}$	ESTADO
1	1			
0	1			
1	0			
0	0			

2), conclua escrevendo os estados **set** ou **reset**, no qual se encontra o flip-flop em cada caso.

Observe as similaridades e diferenças na operação dos flip-flops com portas NE e NOU, pela comparação das duas tabelas.

Conclusões

Nos passos 1 e 2 você construiu um **latch** utilizando portas NE de um CI7400. As entradas foram obtidas a partir de contatos com o terra e a alimentação. Ao ligar a alimentação do conjunto, a saída C deve ter indicado 0 ou 1; independentemente do estado inicial, C e $\overline{C}$ devem ser complementares.

A primeira condição é a da aplicação de nível 0 ou terra às entradas R e S do flip-flop. Sob esta condição ambos os LEDs da saída devem ter acendido, ou seja, C e $\overline{C}$ estão em 1; como as saídas devem sempre ser complementares chamamos este estado de **ambíguo**.

A segunda condição é a da aplicação de nível 0 à entrada S e 1 à entrada R. Aqui, apenas o LED correspondente à saída C deve acender, indicando nível alto para C e nível abaixo para $\overline{C}$. Conclusão: flip-flop em **set**. Segue-se a condição inversa, nível 1 em S e nível 0 em R. Resultado: LED da saída $\overline{C}$ aceso e flip-flop no estado **reset**.

Por último, colocando-se ambas as entradas em 1, o flip-flop não verá alterado seu estado de saída, permanecendo conseqüentemente na condição anterior, **set** ou **reset**. Designamos então as saídas com os símbolos X e $\overline{X}$.

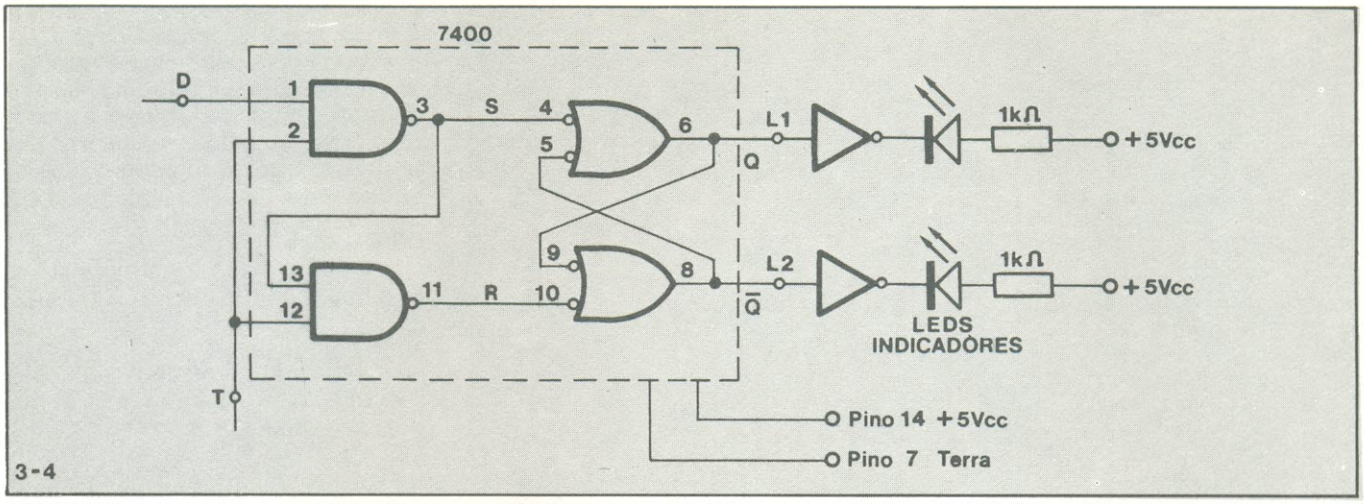
No passo 3, foi montado um flip-flop com portas NOU, usando o CI 7402. Note que as entradas R e S deste flip-flop são invertidas em relação às do flip-flop com portas NE. A aplicação de nível 0 a ambas as entradas, neste caso, não afeta a saída; esta poderá tanto estar em **set** como em **reset**, dependendo do estado anterior.

Aplicando-se nível 0 à entrada S e nível 1 à entrada R, teremos 0 na saída C e 1 na saída $\overline{C}$; portanto, flip-flop em **reset**. Invertendo-se esta condição, acende-se o LED correspondente à saída C, e o flip-flop está em **set**..

Por fim, com nível alto em ambas as entradas, as duas saídas se apresentarão apagadas ou em 0. Temos aqui o estado ambíguo do flip-flop NOU.

2.ª experiência: flip-flops tipo D e registradores

O objetivo desta experiência é demonstrar a operação de um flip-flop tipo D e de um registrador. O material necessário aqui é pratica-



3-4

ENTRADAS		SAÍDAS	
D	T	Q	$\overline{Q}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

mente o mesmo da experiência anterior; apenas substitua o CI 7402 por um 7475 e acrescente um CI 4001.

Procedimento

1 — Monte o circuito mostrado na figura 3-4, usando o CI 7400. Com o aumento do número de conexões necessárias, maior cuidado deverá ser tomado para evitar ligações errôneas. Não se esqueça de ligar o pino 14 do integrado à fonte de +5 VCC e o pino 7 ao terra. A obtenção dos níveis lógicos para as entradas poderá ser feita pelo mesmo método usado na experiência anterior. O estado da saída também será indicado pelo acendimento ou não dos LEDs.

2 — Aplique nível 0 a ambas as entradas e registre o estado do flip-flop. Continue aplicando as outras combinações de níveis lógicos às entradas do flip-flop e anote os resultados correspondentes obtidos em Q e $\overline{Q}$, na tabela 3.

3 — Dispondo de um gerador de sinais de onda quadrada injete um sina lógico de clock a entrada D, à freqüência de 1 Hz. Coloque primeiramente a entrada T em 1 e observe as saídas do flip-flop por algum tempo. Note a relação entre o estado do clock e a saída Q. Depois, ajuste a entrada T para 0 binário e novamente observe as saídas.

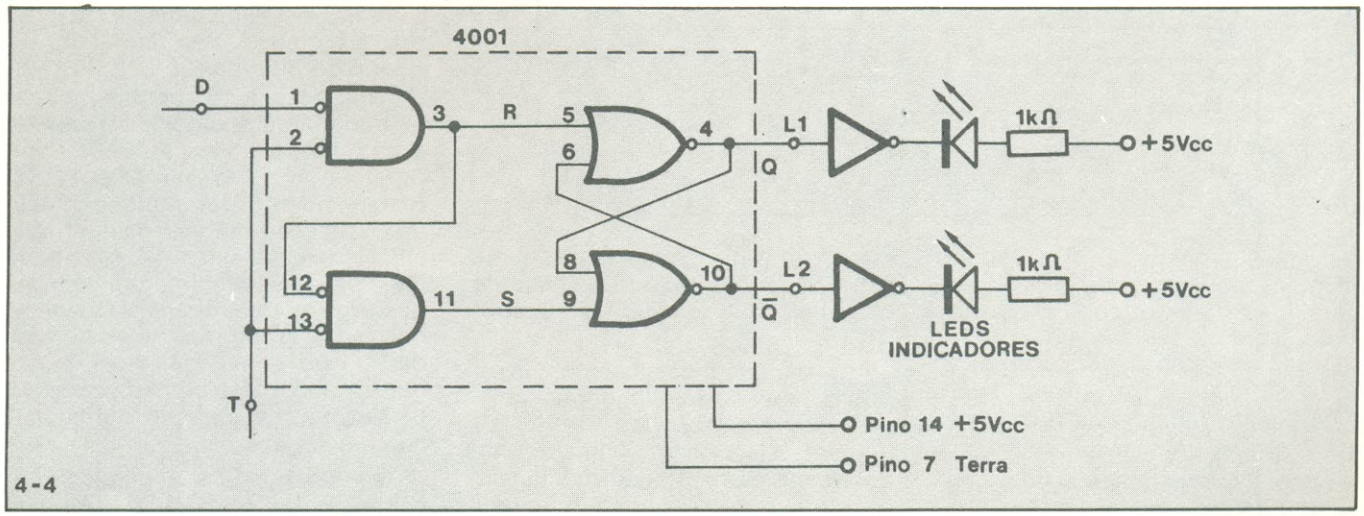
4 — Monte o circuito mostrado na figura 4-4. Use um CI 4001 CMOS, de portas NOU. Aplique os níveis lógicos às entradas D e T, observe as saídas Q e $\overline{Q}$ e anote os resultados na tabela 4.

ENTRADAS		SAÍDAS	
D	T	Q	$\overline{Q}$
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

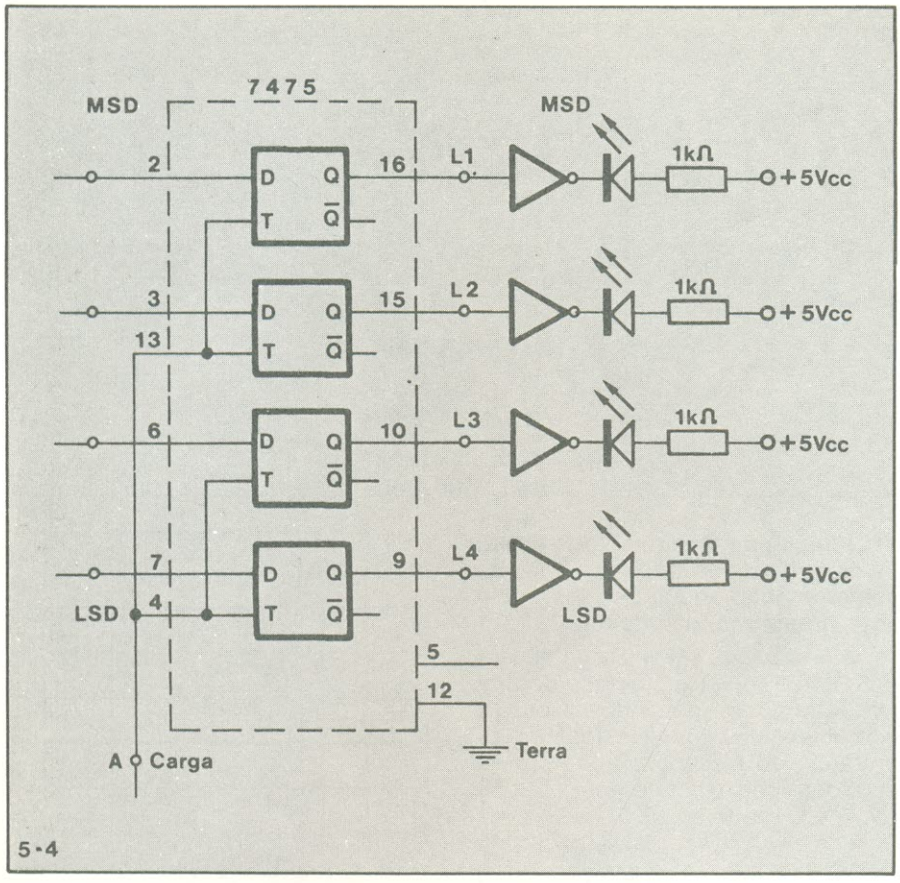
5 — Repita o passo 3 para o flip-flop com portas NOU.

6 — Compare os resultados obtidos nas tabelas 3 e 4, e também nos itens 3 e 5.

7 — Monte o circuito apresentado na figura 5-4. O CI 7475 contém quatro flip-flops tipo D TTL similares em operação ao flip-flop tipo D com portas NE montado no passo 1. A figura 6-4 mostra sua estrutura interna e a correspondência de cada pino externo com os dispositivos nele contidos. Note que os +5 VCC são conectados ao pino 5 e o terra deve



4-4



5-4

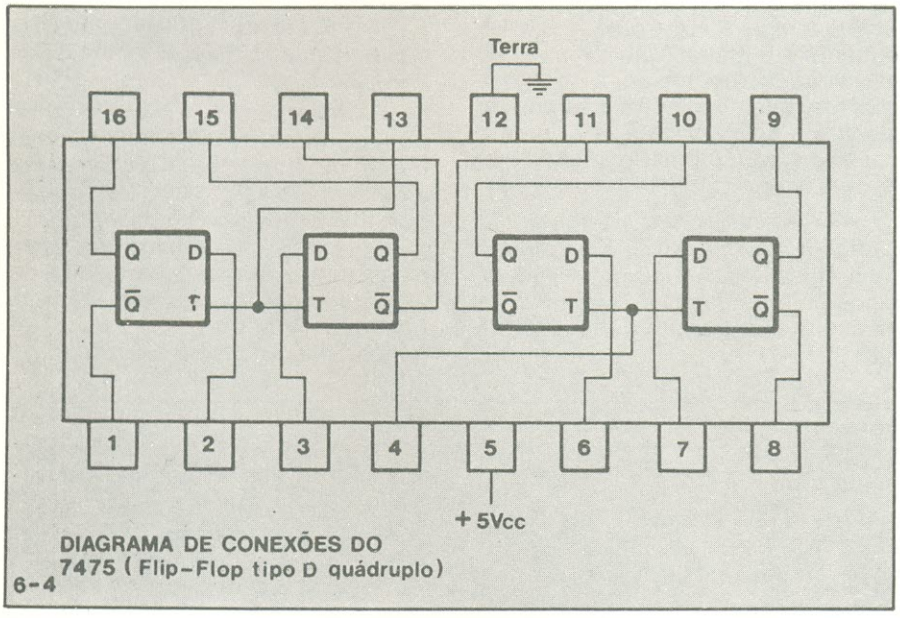


DIAGRAMA DE CONEXÕES DO 7475 (Flip-Flop tipo D quádruplo)

6-4

ser ligado ao pino 12. Como se vê, são necessários, agora, para as saídas, quatro inversores e quatro LEDs, com os correspondentes resistores de limitação da corrente.

A entrada lógica A será usada para o sinal de carga ou transferência de dados para o registrador.

8 — Ligue a alimentação ao circuito e anote o número do registrador. O LED L4 indica o algarismo menos significativo (LSD), enquanto L1 indica o dígito mais significativo (MSD).

9 — Ajuste todas as entradas para 0 binário. Depois, imponha sistematicamente às entradas todos os números binários de 0000 até 1111. Para cada número binário colocado na entrada, deverá ser dado um pulso (1 binário) à entrada A, para a transferência do dado ao registrador. Você pode verificar se as entradas foram carregadas com o número correto, comparando-o com a indicação fornecida pelo acendimento dos LEDs, após ter sido dado o pulso à entrada A.

Conclusões

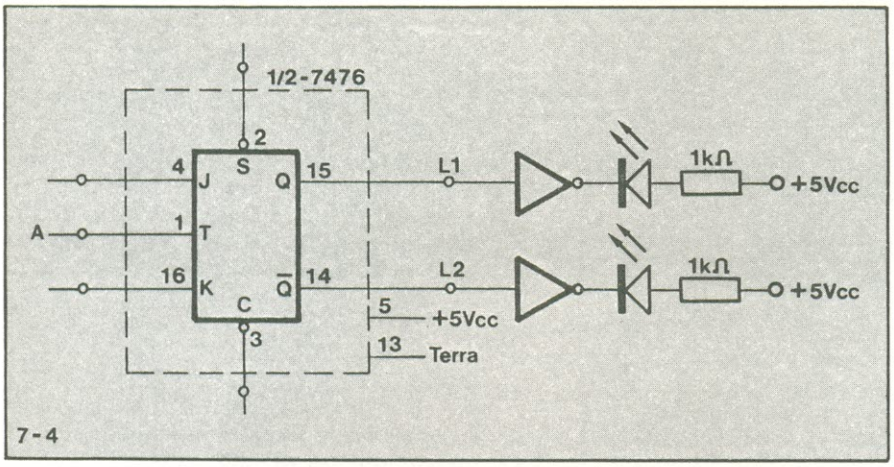
No item 1 você construiu um flip-flop tipo D com portas NE TTL. Ao ligar a alimentação o flip-flop deve ter apresentado um estado qualquer em sua saída, **set** ou **reset**. Ao aplicar 1 à entrada T e 0 à entrada D, o flip-flop permanecerá em **reset**, com o LED L1 apagado. Com ambas as entradas em 1 binário, o flip-flop mudará para **set**, acendendo-se L1. Com a entrada T em 1, você pode comutar a entrada D para 0 ou 1, e apenas observar que a saída normal deve segui-la. Porém, se a entrada T estiver em 0, o estado do flip-flop será determinado pela condição anterior da entrada. A variação da entrada D de 1 para 0, ou vice-versa, enquanto a entrada T permanece em 0, não altera a saída.

No passo 3 você aplicou um sinal de clock de 1 Hz à entrada D e observou a operação do flip-flop. Com T em 0 binário, o sinal de clock na entrada D foi ignorado. Mas, com T em 1 binário, a saída do flip-flop segue a entrada D. Os LEDs indicadores deverão acender e apagar em sincronismo com a saída.

No passo 4 foi montado um flip-flop tipo D com portas NOU CMOS. Nos passos 5 e 6 você avaliou sua operação. Basicamente você deve ter encontrado uma operação idêntica àquela do flip-flop com portas NOU, a entrada T deve estar baixa, para que a entrada D possa ser reconhecida. Nesta condição, a saída normal segue a entrada D. Quando a entrada T está submetida a um nível alto, a entrada D não tem efeito no estado do flip-flop.

No passo 7, foi montado um registrador-armazenador de dados de 4 bits com a utilização dos quatro flip-flops tipo D de um 7475 TTL. O funcionamento dos flip-flops neste dispositivo é similar ao do flip-flop D NE visto anteriormente. A entrada lógica A é usada como um controle de Carga ou transferência. Quando a entrada A recebe um nível alto, os dados são carregados no registrador. Quando esta permanece em 0, os dados presentes nas entradas D são ignorados.

Ao ser ligada a alimentação, o conteúdo do registrador deve ser



7-4

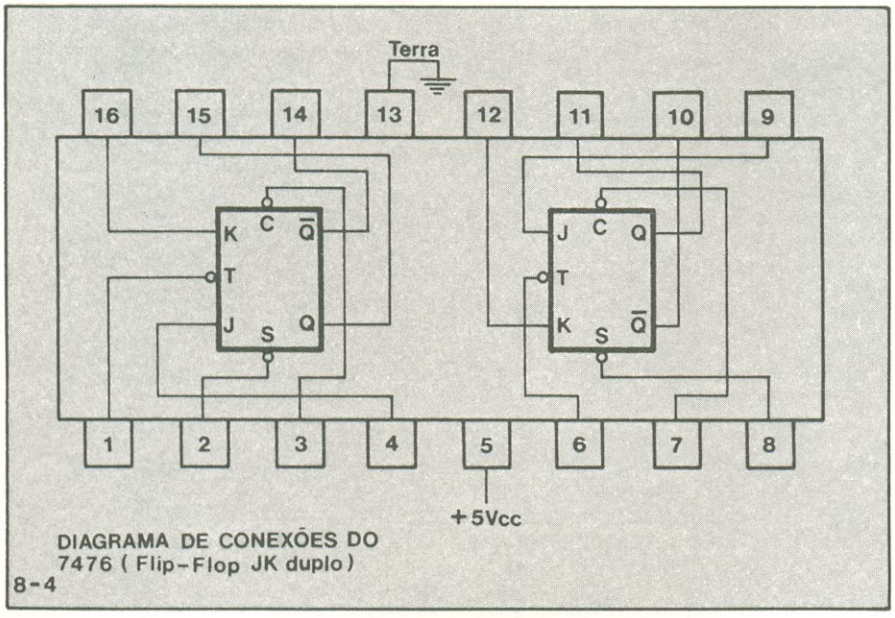


DIAGRAMA DE CONEXÕES DO
7476 (Flip-Flop JK duplo)

8-4

ENTRADAS		SAÍDAS	
J	K	Q	Q(t + 1)
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

ENTRADAS		SAÍDAS	
S	C	Q	$\overline{Q}$
1	1		
0	1		
1	0		
0	0		

um número qualquer, pois cada flip-flop assume um dos dois estados, **set** ou **reset**. Depois, você colocou seqüencialmente os números de 0000 até 1111 nas entradas do registrador e observou as saídas. Estas devem ter apresentado os números correspondentes, com o acendimento adequado dos LEDs seguindo cada pulso de nível 1 dado à entrada lógica A.

3.ª experiência: flip-flops JK

O objetivo agora é demonstrar praticamente o funcionamento e as características de um flip-flop JK. Continuamos a usar o mesmo material das experiências anteriores com exceção do circuito integrado que desta vez será um 7476 TTL.

Procedimento

1 — Faça as ligações do circuito mostrado na figura 7-4. Ligue LEDs indicadores à cada saída. As conexões dos pinos para o integrado 7476, duplo flip-flop JK, se encontram na figura 8-4. Por enquanto usaremos apenas um dos flip-flops; não deixe de ligar a alimentação ao pino 5 e o terra ao pino 13.

2 — Primeiro iremos verificar a operação assíncrona do dispositivo JK. Coloque J = K = 1 e aplique a seqüência de combinações das entradas S e C, indicada na tabela 5 Observe os estados das saídas e anote-os na mesma tabela. Repita este passo com J = K = 0, anotando os resultados.

Veja se as entradas JK afetaram a operação assíncrona do flip-flop.

3 — A seguir, verificaremos a operação síncrona do JK. Ajuste as entradas S e C para 1 binário. Então, aplique os níveis lógicos indicados na tabela 6. Note o estado da saída normal antes (Q) e depois Q (t + 1) da aplicação de um pulso de clock na entrada A. Depois de ter completado a tabela 6, repita as entradas dadas e acione a entrada de clock (T) diversas vezes para cada conjunto de entradas. Observe os resultados nos indicadores lógicos de LEDs.

NOTA: *Q (t + 1) significa o estado da saída Q depois da aplicação de um pulso de clock com as entradas dadas.*

4 — Ajuste as entradas J e K para 1 binário. Ligue um sinal de clock de 1 Hz na entrada T. Observe a entrada de clock, e as saídas Q e $\overline{Q}$ nos LEDs indicadores. Note a relação entre as freqüências de entrada e saída.

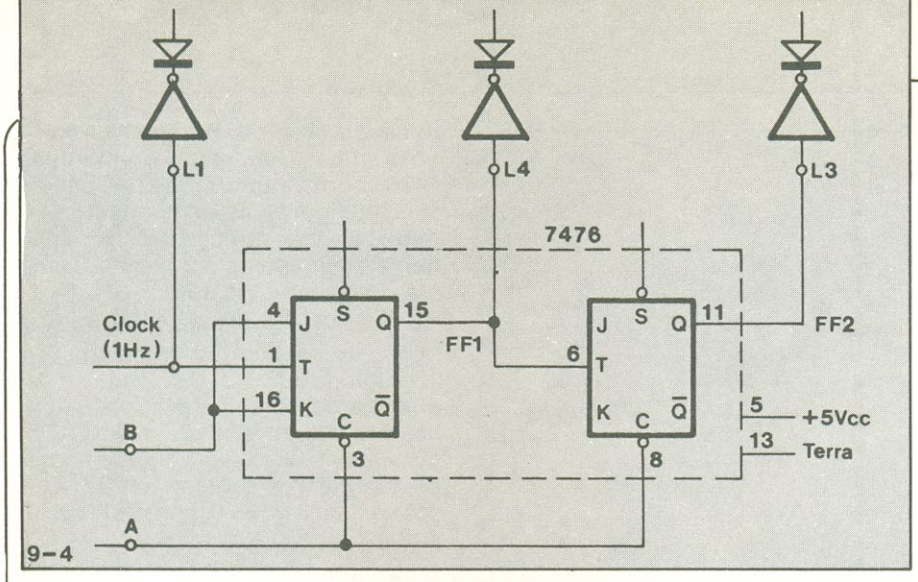
5 — Construa o circuito indicado na figura 9-4. Este deverá ser comandado por um sinal de clock de 1 Hz. As entradas A e B irão controlar o circuito. Você observará os estados da saída nos LEDs indicadores L1, L3 e L4.

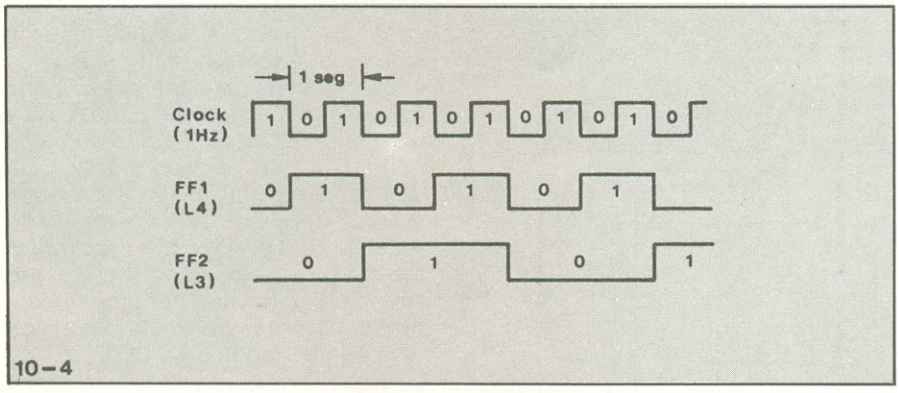
6 — Note a relação entre as formas de onda da entrada (L1) e da saída (L3 e L4). Você pode fazer isto pela contagem do número de pulsos de entrada e saída Esboce um diagrama de temporização ilustrando esta relação

7 — Enquanto o circuito estiver em operação, imponha um nível alto à entrada B. Observe o efeito que isto terá sobre a saída. Repita isto várias vezes.

8 — Faça o mesmo com relação à entrada A, várias vezes. Note o efeito sobre as saídas.

NOTA: *Se você possui um osciloscópio, ajuste a freqüência de clock para 1 kHz ou 100 kHz e observe o clock, FF1 e FF2, notando a relação entre suas freqüências.*





Conclusões

Nos passos 1 e 2 foi verificada a operação do flip-flop JK no modo assíncrono. Isto se refere ao uso das entradas S **(set)** e C **(clear)** ou R **(reset)** para controlar o estado do flip-flop. A partir dos dados anotados na tabela 5, você deve ter achado que o flip-flop JK funciona como um **latch** de portas NE quando as entradas S e C são usadas. Com ambas recebendo 1 binário, o flip-flop pode assumir qualquer estado. Quando C está baixo e S alto, o flip-flop está em **reset**. Com C alto e S em 0, o dispositivo apresenta-se em **set**. Se S e C estão submetidas ao nível baixo, ocorre o estado ambíguo ($Q = \overline{Q} = 1$).

Nos passos 3 e 4 foi verificado o funcionamento do flip-flop no modo síncrono de operação. Os mais importantes pontos a notar aqui são:

1. Não são as entradas JK que determinam a mudança do estado do flip-flop. É a transição da entrada T de 1 para 0 que causa a mudança de estado. As entradas J e K determinam o estado para o qual vai o flip-flop, mas não **quando** esta mudança ocorre.
2. O flip-flop muda de estado ou complementa-se a cada vez que ocorre uma mudança de 1 para 0 na entrada T, com J e K = 1.
3. O flip-flop não mudará de estado com a ocorrência de um pulso de clock se J e K forem iguais a 0. Isto torna as entradas JK úteis como um controle de inibição das mudanças de estado do flip-flop.
4. Para cada dois pulsos binários de entrada em T, ocorre um pulso binário na saída Q. Isto indica uma divisão de freqüência de dois para um.

No passo 5 você ligou dois flip-flops JK em cascata e no passo seguinte determinou as relações de entrada-saída. Pela observação dos LEDs indicadores, concluiu que para cada quatro pulsos binários de clock há dois pulsos em FF1 e um pulso em FF2. Isto indica que cada flip-flop divide a freqüência de entrada por 2. O circuito total, ambos os flip-flops juntos, divide a freqüência por 4. A entrada é 1 Hz. A saída de FF1 é 0,5 Hz e a saída de FF2 é 0,25 Hz. Suas formas de onda de entrada e saída aparecem como mostra a figura 10-4.

No passo 7 foi usada a entrada B para controlar as entradas JK de FF1. Com B ao nível 1 o flip-flop se complementa a cada pulso de clock. Com B em 0 o dispositivo ficará inibido, os pulsos de clock não o afetam. Ele simplesmente retém o estado presente antes do último pulso de clock e das entradas JK irem para 0. Uma vez que FF1 não muda, FF2 não irá se alterar também, pois sua entrada está ligada à saída daquele. Como resultado, quando as entradas JK de FF1 vão para 0, o pulso de clock não tem efeito sobre o estado do flip-flop.

A seguir foi feito o controle a partir da entrada A. Com a entrada A em 1 temos nível alto em ambas as entradas C. Isto não afetará o estado dos flip-flops. Ao comutar a entrada A para 0, os flip-flops irão para **reset** imediatamente. Independentemente do estado dos flip-flops, ao impor 0 à entrada A, ambos apresentarão a condição 0 binário. Você notou que este estado de **reset** anula o sinal de clock. Num flip-flop JK, as entradas assíncronas sempre têm precedência sobre as entradas síncronas.

EXAME
Flip-flops e registradores

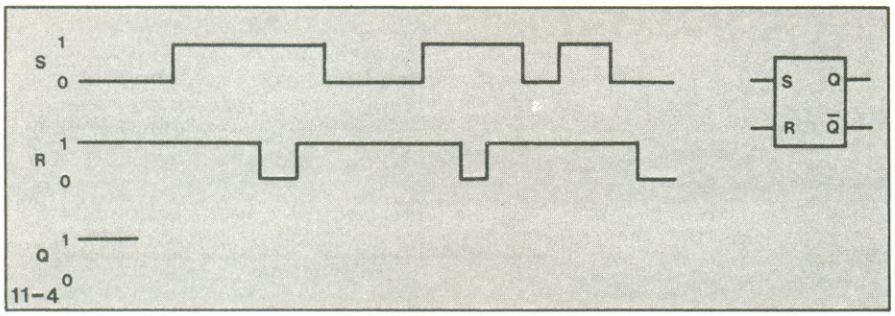
1. A saída normal de um "flip-flop" é o nível alto. Em que estado está o "flip-flop"?
a. Set
b. Reset

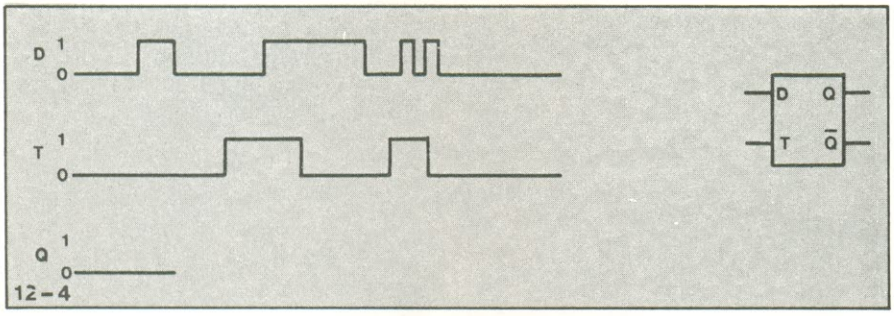
2. A saída complementar de um "flip-flop" está baixa. Qual o estado binário armazenado no mesmo?
a. 0 binário
b. 1 binário

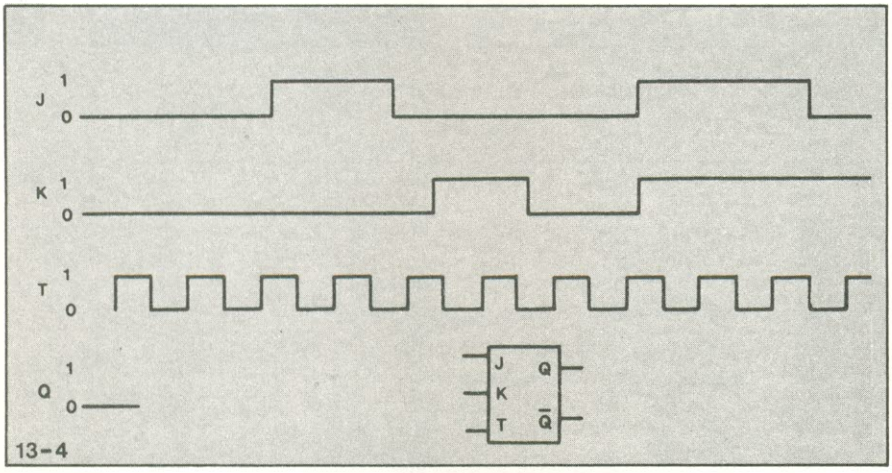
3. Um registrador de armazenamento composto por seis "flip-flops" tipo D está armazenando um número binário. Os estados dos "flip-flops" são os seguintes:
A: reset B: set C: reset D: reset
E: set F: set
O "flip-flop" A armazena o bit menos significativo. Então, o equivalente decimal do conteúdo do registrador é
a. 16
b. 19
c. 36
d. 50

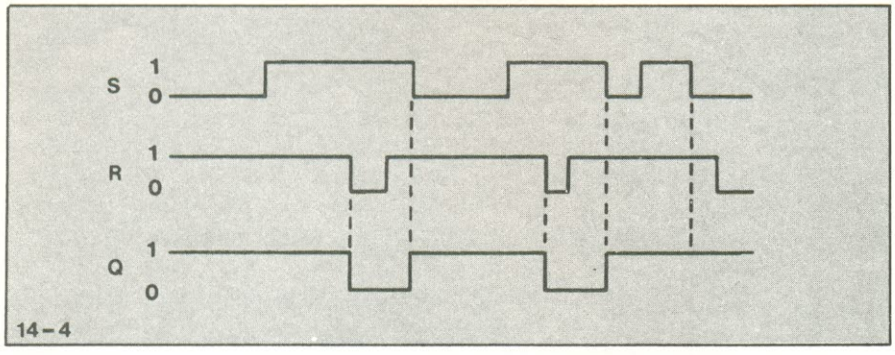
4. Quantos "flip-flops" JK são necessários para produzir uma onda quadrada de 125 kHz, a partir de uma onda quadrada de 1 MHz?
a. 1
b. 2
c. 3
d. 4

5. Construa a saída do "flip-flop" da figura 11-4, a partir das formas de onda apresentadas.









6. Construa a saída do "flip-flop" da figura 12-4, a partir das formas de onda apresentadas.

7. Construa a saída do "flip-flop" da figura 13-4. a partir das formas de onda apresentadas.

8. Através de que meios é possível impor a condição "set" a um "flip-flop" JK? Verifique todas as opções possíveis.

a. Aterrar a entrada C
b. Aterrar a entrada S
c. Impor um "0" em J e um "1" em K, aplicando um pulso de "clock"
d. Impor um "1" em J e um "0" em K, aplicando um pulso de "clock"
e. Impor um "1" em J e um "1" em K, aplicando um pulso de "clock" e m T.

9. Quantos "flip-flops" serão necessários para armazenar o equivalente binário do número decimal 114?
a. 3
b. 7
c. 12
d. 57

10. O "flip-flop" é o elemento lógico básico de qual tipo de circuito lógico?
a. seqüencial
b. combinacional

11. A borda de descida de um sinal lógico geralmente se refere à sua transição .
a. de 0 para 1
b. de 1 para 0
c. tanto (a) como (b)

12. Para que um "flip-flop" JK trabalhe corretamente na modalidade síncrona, os estados das entradas devem ser:
a. S = 0, C = 0
b. S = 0, C = 1
c. S = 1, C = 0
d. S = 1, C = 1

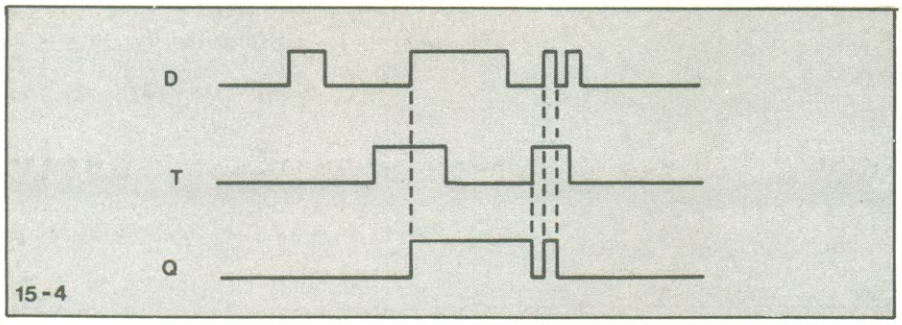
13. Quando a entrada T de um "flip-flop" tipo D está alta e na entrada D está um sinal lógico X, a saída complementar é igual a
a. 0 binário
b. 1 binário
c. $\overline{X}$
d. X

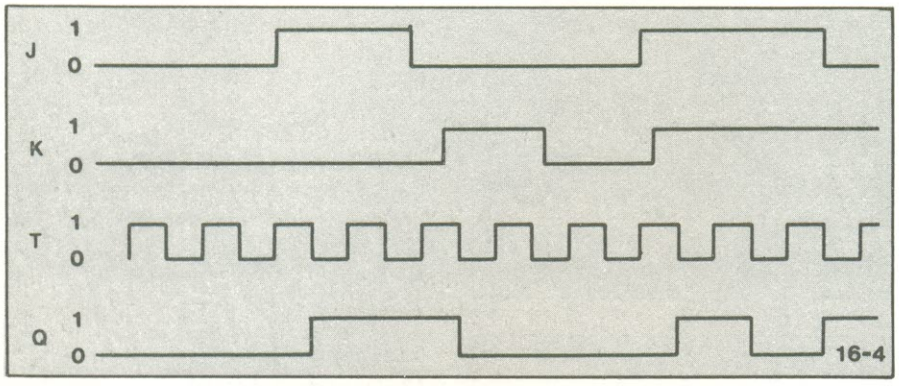
14. A aplicação básica do "flip-flop" tipo D reside
a. na eliminação de rebotes em contatos
b. em registradores
c. na divisão de freqüência
d. em contagem

15. Qual dos "flip-flops" não apresenta estado ambíguo?
a. RS
b. D
c. JK

RESPOSTAS

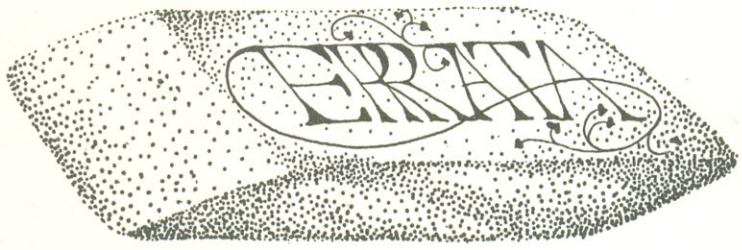
1. (a) — set
2. (b) — 1 binário
3. (d) — 50 — o número no registrador é igual a 110010.
4. (c) — 3 — um sinal de 1 MHz deve ser dividido por 2 três vezes, de forma a produzir um sinal de 125 kHz.
5. Veja a figura 14-4. O "flip-flop" é do tipo RS.
6. Veja a figura 15-4. O "flip-flop" é do tipo D.
7. Veja a figura 16-4. O "flip-flop" é do tipo JK.
8. (b), (d), (e) — qualquer desses métodos pode ser utilizado para impor um "set" num "flip-flop" JK.
9. (b) — 7 — são precisos 7 bits para representar o número 114 em binário:

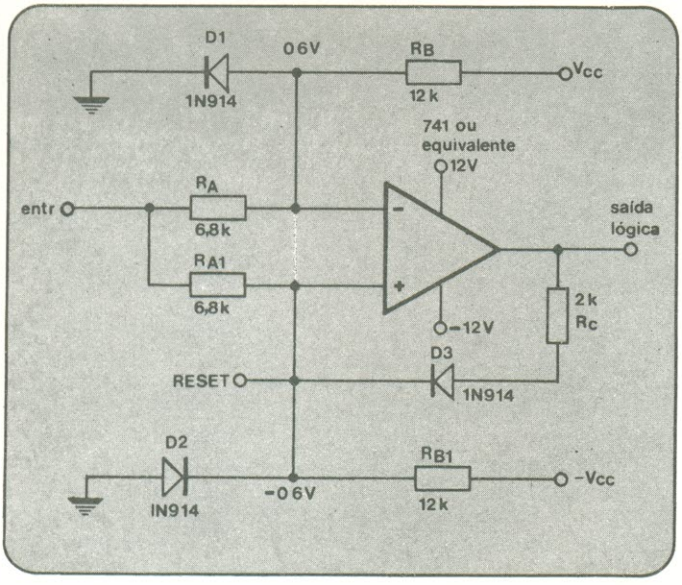




$114_{10} = 1110010$

10. (a) — seqüencial — a característica básica de um circuito seqüencial é a de armazenar ou memorizar dados binários, que também é a função básica de um "flip-flop".
11. (b) — de 1 para 0 — chama-se de borda de descida à transição de 1 para 0 de um sinal lógico.
12. (d) — S = 1, C = 1
13. (c) — X — a saída normal següe a entrada D, portanto a saída complementar é o complemento da entrada D, quando T estiver alto.
14. (b) — registradores.
15. (b) — o "flip-flop" tipo D não apresenta estado ambíguo.





Revista n.º 24 — Não está nos livros

No artigo "Circuito detecta e memoriza sinais análogos bipolares", foi cometido um erro no esquema apresentado para o referido circuito. Trata-se da ligação que põe em curto as entradas inversora e não-inversora do amplificador operacional. Aos leitores, transmitimos as excusas de nossa revisão técnica, com a consequente publicação do circuito em sua forma correta.

CURSO DE SEMICONDUTORES

17ª lição

FETs de porta isolada ou MOSFETs

Prosseguindo com o nosso estudo relativo aos transistores a efeito de campo veremos, desta feita, um outro tipo de FET que, por suas características especiais, recebe o nome de FET de porta isolada (IGFET) ou FET de metal-óxido-semicondutor (MOSFET).

As regiões da porta e do canal, no interior de um FET, formam uma junção PN convencional e esta junção é polarizada reversamente pela ligação de uma fonte de tensão externa entre seus terminais de porta e supridouro. Esta tensão de polarização reversa faz com que o FET opere no modo de depleção e ajuda o dispositivo a ter uma resistência de entrada extremamente alta. Entretanto, há um outro tipo de FET que não possui uma junção PN convencional, a qual deve ser reversamente polarizada. Tal dispositivo utiliza uma porta de metal que é eletricamente isolada de seu canal semicondutor por uma fina camada de óxido; assim, é chamado de FET de porta isolada (IGFET), porém, é mais conhecido como FET de metal-óxido semicondutor (MOSFET).

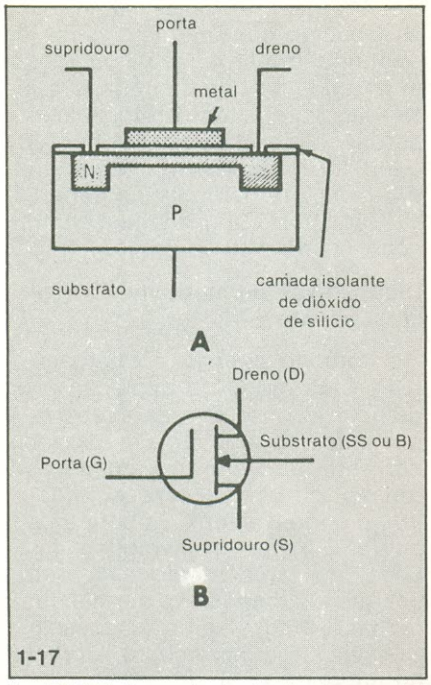
Ao contrário do FET de junção que opera no modo de depleção, o IGFET é projetado para funcionar em um dois modos distintos: pode ser tanto um dispositivo de **modo de depleção,** como um dispositivo de **modo de crescimento.**

Dispositivos de modo de depleção

Uma vista seccionada de um IGFET de modo de depleção é mostrada na figura 1-17A. Este dispositivo é formado pela implantação de um canal tipo-N dentro de um substrato tipo-P. Uma fina camada de isolação (dióxido de silício) é então depositada sobre o dispositivo; entretanto, os terminais opostos do canal tipo-N são deixados expostos de modo que fios ou condutores possam ser ligados ao material do canal. Estes dois terminais servem como dreno e supridouro do FET. Uma fina camada metálica é então aplicada à camada de isolação, de modo que ela esteja diretamente sobre o canal tipo-N. Esta camada de metal serve como a porta do FET e os sinais são aplicados a esta porta de metal, através de um fio ou terminal adequado. Um terminal adicional é também conectado ao substrato, como se vê na figura.

É importante notar que a porta de metal é isolada do canal semicondutor pela camada de dióxido de silício. Portanto, a porta e o canal não constituem uma junção PN convencional. Todavia, esta porta metálica isolada pode ser usada para controlar a condutividade do canal, permitindo assim, ao dispositivo, operar de modo similar ao FET de junção. Em outras palavras, a porta isolada pode esgotar o canal N de portadores majoritários (elétrons) quando uma tensão de polarização adequada é aplicada, mesmo não existindo uma junção semicondutora entre a porta e o canal.

O FET de porta isolada mostrado na figura 1-17A possui um canal tipo-N; portanto, seus terminais de supridouro e dreno são polarizados do mesmo modo que os seus correspondentes de um FET de junção canal N. Em outras palavras, o dreno é



Um IGFET de modo de depleção canal N (A) e seu símbolo esquemático (B).

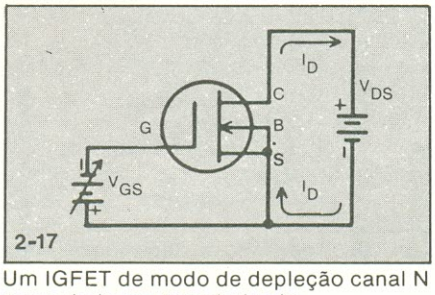
sempre positivo com relação ao supridouro. Os portadores majoritários (elétrons) no interior do canal N permitem, portanto, que flua corrente através do canal (do supridouro para o dreno). Esta corrente (normalmente chamada corrente de dreno) é por sua vez controlada por uma tensão de polarização de porta para supridouro, como num FET de junção. Quando a tensão porta para supridouro é igual a zero, uma substancial corrente de dreno pode fluir pelo dispositivo, porque um grande número de portadores majoritários estão presentes no canal. Se a porta é tornada negativa com relação ao supridouro, o canal torna-se esgotado de muitos de seus portadores majoritários e a corrente de dreno diminui como aconteceria num FET de junção. Se esta tensão negativa da porta for elevada a um valor suficientemente alto, a corrente de dreno cairá a zero, como num FET de junção. Há uma importante diferença entre a operação do FET de porta isolada canal N descrito e o FET de junção canal N. A porta do IGFET canal N pode ser tornada positiva com relação ao supridouro. Isto nunca ocorre num FET de junção canal N, pois a junção PN formada pela porta e o canal deve ser diretamente polarizada.

O MOSFET pode controlar uma tensão positiva da porta, porque a camada isolante de dióxido de silício evita que quaisquer correntes fluam através do terminal da porta. A resistência de entrada do FET, consequentemente, mantém um alto valor. Além disso, quando uma tensão positiva é aplicada à porta, mais portadores majoritários (elétrons) são drenados para o canal, aumentando assim a condutividade deste. Isto é exatamente o oposto do que acontece quando a porta recebe uma tensão negativa. Uma tensão positiva da porta pode, então, ser usada para aumentar a corrente de dreno do FET, enquanto uma tensão negativa irá diminuir a corrente de dreno.

Uma vez que uma tensão negativa é necessária para esgotar o MOSFET de canal N descrito (e portanto reduzir sua corrente de dreno), este FET é chamado de dispositivo de modo de depleção. Como o FET de junção descrito inicialmente (também um dispositivo de modo de depleção) este FET conduz uma substancial corrente de dreno, quando sua tensão da porta é igual a zero. Portanto, todos os dispositivos de modo de depleção (tanto os tipos de junção como os de porta isolada) são ditos estar normalmente em condução ou **normalmente abertos** quando suas tensões de porta são iguais a zero.

O IGFET de modo de depleção, canal N, descrito, é geralmente representado pelo símbolo esquemático mostrado na figura 1-17B. Observe que o terminal da porta (G) é separado dos terminais do supridouro (S) e dreno (D). Também a seta no terminal do substrato (frequentemente designado como SS ou B) aponta para dentro para representar um dispositivo de canal N. Alguns FETs são construídos de modo que o substrato seja internamente conectado ao terminal do supridouro, não sendo usado um terminal separado para o substrato. Neste caso, o símbolo pode ser desenhado de tal modo que mostre o substrato ligado ao supridouro.

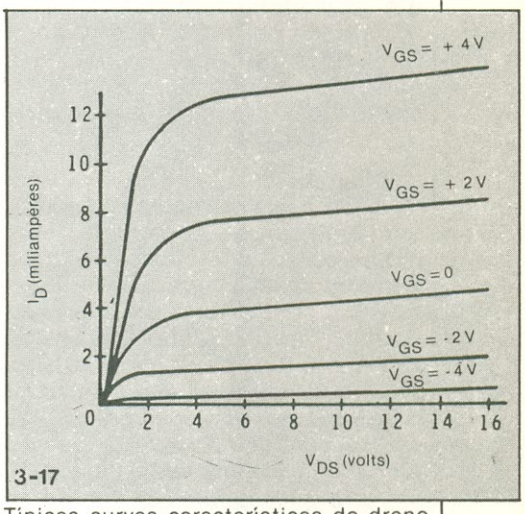
Um IGFET de canal N de modo de depleção, apropriadamente polarizado, é apresentado na figura 2-17.



Um IGFET de modo de depleção canal N apropriadamente polarizado.

Note que este FET é polarizado do mesmo modo que um FET de junção canal N. A tensão de dreno para supridouro (V_{DS}) deve sempre ser aplicada de maneira que o dreno fique positivo com relação ao supridouro, como se pode ver pela figura citada. Entretanto, a tensão da porta para supridouro (V_{GS}) pode ser aplicada da maneira mostrada, ou seja, pode ser invertida. Em outras palavras, a porta pode ficar tanto negativa como positiva em relação ao supridouro. Note também que o substrato (B) tem sido externamente conectado ao supridouro. O substrato é usualmente ligado ao supridouro (internamente ou externamente) mas isto nem sempre ocorre. Em algumas aplicações o substrato pode ser conectado à porta ou a outros pontos no respectivo circuito do FET. Estes diferentes arranjos de circuito serão descritos posteriormente.

A relação entre V_{GS}, V_{DS} e I_D em um determinado MOSFET de canal N, pode ser determinada pelo exame das curvas características do dreno do FET. Um típico conjunto de curvas é apresentado na figura 3-17.



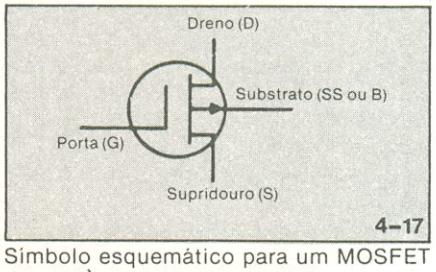
Típicas curvas características do dreno para um MOSFET de modo de depleção canal N.

Tais curvas deverão ser plotadas utilizando um circuito como o da figura 2-17. As curvas são formadas ajustando V_{GS} para diversos valores e então observando a relação entre I_D e V_{DS} para cada valor de V_{GS}. Se você comparar estas curvas com as curvas do FET de junção vistas na lição anterior, perceberá que elas são semelhantes. A diferença básica é que os valores de V_{GS} positivos, bem como os negativos, estão plotados na figura 3-17 e apenas os valores negativos de V_{GS} estão plotados na figura 3-16 da lição anterior.

As curvas para o IGFET de modo de depleção tem o mesmo formato geral que as curvas para o FET de junção. Em outras palavras, cada curva sobe rapidamente e então se nivela a uma tensão específica de **pinch-off** (V_P). O MOSFET de modo de depleção (como o FET de junção) é geralmente operado acima do **pinch-off**, onde I_D é relativamente constante para variações em V_{DS}. Nesta região o dispositivo pode ser usado como um amplificador de tensão altamente eficiente. Todavia, há algumas aplicações em que o dispositivo trabalha abaixo do **pinch-off.** Aí, a corrente de dreno do FET (I_D) varia numa extensa faixa e numa relação quase linear com as variações de V_{DS}. Isto significa que a resistência do dispositivo pode ser variada numa larga faixa, por uma tensão de entrada na porta tornando asim o dispositivo utilizável como um resistor controlado. Além disso, o IGFET de modo de depleção canal N é usualmente operado com uma tensão de polarização de porta para supridouro levemente negativa (V_{GS}), mas, em alguns casos, V_{GS} pode ser igual a zero. Isto quer dizer que um sinal alternado de tensão de entrada pode ser aplicado à porta do FET (em série com V_{GS}) de modo que a V_{GS} resultante varie em valor, mas permaneça negativa, ou efetivamente varie entre valores positivos e negativos.

O MOSFET de modo de depleção também pode ser construído de um modo exatamente oposto ao dispositivo de canal N mostrado na figura 1-17. Ou seja, podem ser utilizados canais P que são implantados em substratos tipo-N. Tais dispositivos são geralmente referidos como MOSFETs de modo de depleção canal P. Estes dispositivos de canal P funcionam basicamente da mesma maneira que os dispositivos de canal N descritos, porém, os portadores majoritários no canal P são as lacunas, ao invés dos elétrons. Ainda mais, o terminal do dreno do dispositivo de canal P deve ser negativo com relação ao seu terminal do supridouro, de modo que sua tensão de dreno para supridouro (V_{DS}) é exatamente oposta à V_{DS} aplicada ao dispositivo de canal N (figura 2-17). Isto quer dizer que a corrente de dreno (I_D) também deve fluir na direção contrária. Entretanto, a porta pode ser feita negativa ou positiva em relação ao supridouro, como no dispositivo de canal N. As curvas características do dreno, para o IGFET de modo de depleção canal P, são, consequentemente, similares às curvas do dispositivo de canal N mas, é claro, as polaridades das tensões e correntes envolvidas são inversas.

O símbolo esquemático para um IGFET de modo de depleção canal P é apresentado na figura 4-17. Note

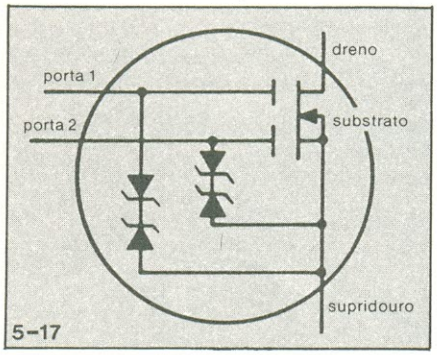


Símbolo esquemático para um MOSFET de modo de depleção canal P.

que a única diferença entre este símbolo e o do dispositivo de canal N é quanto ao sentido da seta. Neste, a seta aponta para fora, indicando que um canal tipo-P é usado.

Ambos os MOSFETs, de canal N e de canal P, podem ser construídos de modo simétrico (como o FET de junção) de maneira que seus terminais de dreno e supridouro possam ser trocados. Todavia, estes dispositivos são às vezes construídos de modo que suas portas são desligadas de suas regiões do dreno. Isto reduz a capacitância entre a porta e o dreno e aumenta a operação do dispositivo em certas aplicações. Ao usar este tipo de FET, os terminais do supridouro e dreno não deverão ser invertidos.

Uma variação amplamente usada de dispositivo de modo de depleção é uma unidade de porta dupla. Um IGFET de porta dupla possui dois elementos de porta, cada um dos quais podendo ser usado separadamente para controlar a corrente de dreno. Tais dispositivos são utilizados como misturadores ou como amplificadores de ganho controlado, em receptores de rádio e TV. A figura 5-17 nos mostra o símbolo de



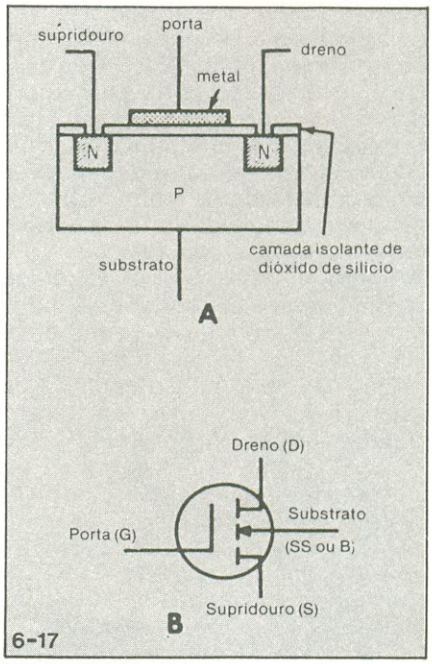
Um IGFET de modo de depleção de porta dupla com diodos de proteção das portas.

um MOSFET de porta dupla, canal N. Observe que diodos zeners em sentidos opostos são conectados entre cada porta e o supridouro. Estes são usados para proteção contra cargas eletrostáticas que possam danificar o dispositivo. O substrato é ligado internamente ao supridouro. Cada porta tem um igual controle sobre a corrente de dreno.

Dispositivos de modo de crescimento

Como foi exposto previamente, o IGFET de modo de depleção é um dispositivo normalmente aberto e, portanto, conduz uma substancial corrente de dreno (I_D), quando sua tensão de dreno para supridouro (V_{GS}) é igual a zero. Embora este tipo de FET seja útil em muitas aplicações, há também algumas outras em que um dispositivo **normalmente fechado**, ou desligado, é necessário. Ou seja, frequentemente é preciso ter um dispositivo que conduza uma reduzida corrente de dreno quando V_{GS} é igual a zero, mas que permita a I_D fluir quanto um valor adequado de V_{GS} é aplicado.

Um IGFET que funciona como um dispositivo normalmente fechado pode ser construído da maneira mostrada na ilustração 6-17A. Este



Um IGFET de modo de crescimento canal N e seu símbolo esquemático.

dispositivo é semelhante ao IGFET de modo de depleção, porém, não inclui um canal de condução encravado no material substrato. Ao invés

disso, o dispositivo tem regiões de dreno e supridouro que são difundidas separadamente no substrato. O dispositivo da figura 6-17A tem um substrato tipo-P e dreno e supridouro tipo-N; porém, o arranjo exatamente oposto pode ser usado. A porta de metal é separada do material substrato por uma camada isolante de dióxido de silício e os vários terminais são conectados ao dispositivo, de modo que ele tenha basicamente a mesma distribuição de terminais que os dispositivos de modo de depleção.

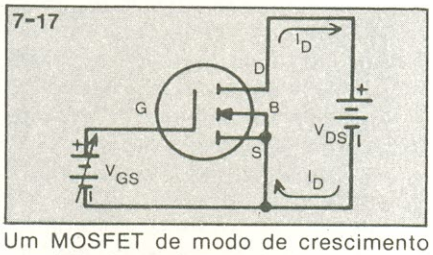
O MOSFET da figura referida deve ser polarizado de maneira que seu dreno fique positivo relativamente a seu supridouro. Com apenas uma tensão de dreno para supridouro aplicada (V_{DS}), o FET não conduz corrente de dreno (I_D). Isto se deve a não existência de canal de condução entre as regiões de dreno e supridouro. Entretanto, esta situação pode ser mudada com a aplicação de uma tensão de porta adequada. Quando a porta é tornada positiva em relação ao supridouro, os elétrons são drenados em direção a ela. Estes elétrons acumulam-se na porta, onde criam um canal N que permitirá o fluxo de corrente do supridouro para o dreno. Quando esta tensão positiva da porta aumenta, o tamanho do canal também aumenta, permitindo então que mais corrente de dreno possa fluir.

A ação descrita é semelhante à que tem lugar em um capacitor se carregando. A porta metálica e o substrato agem como as placas superior e inferior de um capacitor e a camada isolante é análoga ao dielétrico. A tensão positiva da porta simplesmente faz com que o capacitor se carregue e uma carga negativa se forme no lado do substrato do capacitor. A tensão da porta positiva efetivamente induz um canal tipo-N entre as regiões do supridouro e dreno, que sustenta uma corrente de dreno. Além disso, um acréscimo na tensão de porta tende a **ampliar** a corrente de dreno. Por estas razões o dispositivo da figura 6-17A é comumente indicado como um IGFET (MOSFET) de **modo de crescimento ou ampliação**, de canal N.

O símbolo esquemático para tal dispositivo, de canal N, é apresentado na figura 6-17B. Atente que este símbolo é similar ao símbolo do IGFET de modo de depleção canal N. A única diferença é o uso de uma linha tracejada ao invés de uma linha contínua para interligar as regiões do supridouro, dreno e substrato. A linha contínua é usada para identificar a condição normalmente aberta ou ligada do dispositivo de modo de depleção, enquanto a linha tracejada é usada para identificar a condição normalmente fechada ou desligada do dispositivo de modo de crescimento. Em cada símbolo, a seta aponta para dentro, indicando tratar-se de dispositivos de canal N.

A porta de um IGFET de modo de crescimento, canal N, também pode se tornar negativa em relação ao seu supridouro. Porém, uma tensão de porta negativa não afetará a operação do FET, uma vez que ele é um dispositivo normalmente desligado (que não está conduzindo). Em outras palavras, a corrente de dreno do FET é normalmente igual a zero e, desse modo, não será mais reduzida pela aplicação de uma tensão de porta negativa.

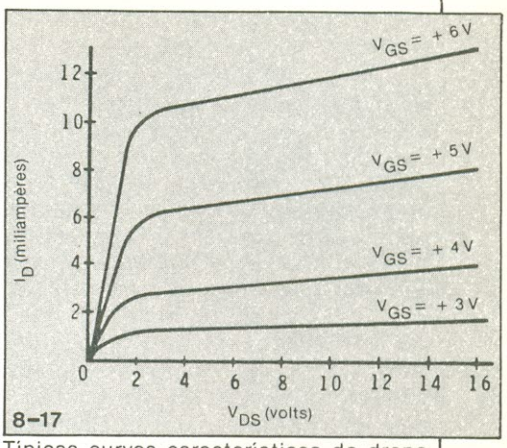
Um MOSFET de modo de crescimento, canal N, apropriadamente polarizado, é apresentado na figura 7-17. Observe que o dreno do FET está positivo com relação ao seu supridouro devido à tensão de dreno



Um MOSFET de modo de crescimento canal N adequadamente polarizado.

para supridouro (V_{DS}). Todavia, a porta também está positiva relativamente ao supridouro, pela tensão de porta para supridouro (V_{GS}). Somente quando V_{GS} sair de zero e aplicar uma tensão positiva à porta, uma considerável corrente de dreno (I_D) irá fluir. O substrato é normalmente ligado ao supridouro, como se vê na figura, mas em aplicações especiais eles poderão estar a potenciais diferentes.

A relação entre V_{GS}, V_{DS} e I_D em um IGFET de modo de crescimento canal N, pode ser determinada examinando as curvas características do dreno deste FET. Um típico conjunto destas curvas é apresentado na figura 8-17. Tais curvas são usualmente plotadas polarizando o FET como está indicado na figura 7-17. Então, V_{GS} é ajustado para diversos valores e a relação entre I_D e V_{DS} é observada para cada valor de V_{GS}. Estas curvas se assemelham às de um IGFET de modo de depleção, canal N, mas apenas os valores positivos de V_{GS} são plotados ao invés de ambos os valores, positivos e negativos. Observe que para valores maiores de V_{GS}, I_D se eleva a um valor correspondentemente maior e então se estabiliza.



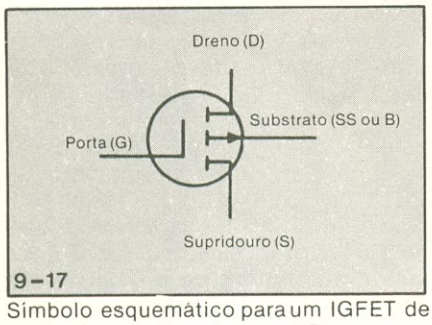
Típicas curvas características do dreno para um MOSFET de modo de crescimento canal N.

Embora não seja aparente na figura 8-17, V_{GS} deve exceder uma certa tensão **limite (threshold)**, geralmente de 1 volt ou mais, antes do canal N induzido no FET crescer o bastante para suportar uma apreciável I_D. Qualquer valor de V_{GS} abaixo deste limite não causará a condução do FET e o dispositivo irá efetivamente atuar como se sua tensão de porta estivesse igual a zero. Este MOSFET, portanto, trabalha normalmente com uma tensão de polarização positiva maior que sua tensão **threshold**. Com polarização adequada o dispositivo de modo de crescimento torna-se uma excelente chave. O dispositivo pode ser ligado por uma tensão de porta suficientemente alta e desativado quando a tensão da porta cair abaixo de seu limite. O limite inerente do dispositivo fornece, assim, uma região altamente desejável de imunidade a ruído que evita tensões de entrada baixas ou intermediárias (abaixo do limite), de disparo falso do dispositivo. Esta característica torna o dispositivo de modo de crescimento perfeito para aplicações digitais que envolvam funções lógicas e de chaveamento. O IGFET de modo de crescimento é o componente básico usado em lar-

ga escala em circuitos integrados digitais.

Um dispositivo deste tipo pode ser construído de modo exatamente oposto àquele mostrado na figura 6-17A. Isto quer dizer que ele pode ter regiões do dreno e supridouro tipo-P implantadas em um substrato tipo-N. Este tipo de FET deve ser operado com uma tensão de porta negativa, de modo que as lacunas (ao invés dos elétrons) são atraídas em direção à porta para formar um canal tipo-P. Tal dispositivo é denominado MOSFET (IGFET) de modo de crescimento canal P. O dispositivo de canal P funciona sob o mesmo princípio básico que o de canal N, embora lacunas ao invés de elétrons sejam usadas para manter a corrente de dreno pelo dispositivo. O componente de canal P requer tensões de polarização (V_{GS} e V_{DS}) opostas àquelas mostradas na figura 6-17. Além disso, as curvas características para o dispositivo de canal P tem o mesmo formato geral que as curvas para o de canal N, embora as polaridades das tensões e correntes envolvidas sejam opostas.

O símbolo para o IGFET de modo de crescimento canal P, é mostrado na figura 9-17. Este símbolo



Símbolo esquemático para um IGFET de modo de crescimento canal P.

assemelha-se estritamente ao do dispositivo de canal N. A única diferença é a direção da seta que, neste caso, aponta para fora, indicando que um canal tipo-P é induzido dentro do dispositivo. Como o MOSFET de modo de crescimento é geralmente construído de maneira simétrica, como o FET de junção, os seus terminais de supridouro e dreno podem ser intercambiados.

Precauções

Ao usar um IGFET qualquer, certas precauções devem ser observadas. Como para qualquer outro componente de estado sólido, é necessário checar os valores máximos fornecidos pelo fabricante, de modo que o dispositivo não seja danificado por tensões ou correntes de operação excessivamente altas. Entretanto, é particularmente importante observar a tensão de porta para supridouro (V_{GS}) máxima permissível pelo FET. Um MOSFET pode aceitar apenas uma limitada faixa de valores de V_{GS}, devido a sua extremamente fina camada isolante de dióxido de silício que separa sua porta e seu canal. Se V_{GS} for aumentado muito, a fina camada isolante será reduzida ou vazada e o dispositivo será arruinado. De fato, a camada de isolação é tão sensível que pode ser danificada até mesmo por cargas estáticas que atinjam ou se formem nos terminais do FET. Por exemplo, as cargas eletrostáticas dos dedos podem ser transferidas para os terminais dos FETs ao manipular o dispositivo ou montá-lo num circuito.

O dispositivo seria então arruinado antes mesmo de ser usado. Para evitar este tipo de dano, os fabricantes usualmente enviam estes dispositivos com seus terminais curto-circuitados, para que cargas estáticas não possam se formar entre eles. Os terminais podem ser ligados com um fio, encaixados em um anel que os curto-circuite, pressionados em um material de espuma condutora, ou simplesmente ligados juntos. Estes acessórios usados para curto-circuitar os terminais do MOSFET não devem ser removidos até que este seja instalado em seu respectivo circuito.

Muitos dos modernos IGFETs são protegidos por diodos zener eletricamente conectados entre a porta isolada e o supridouro, no interior do dispositivo. Estes diodos oferecem proteção contra descargas estáticas e transientes no circuito, sem a necessidade de mecanismos externos de curto-circuito. Os dispositivos que não incluem diodos internos de proteção da porta, podem ser seguramente manipulados se observadas as seguintes precauções básicas:

1. Antes da conexão ao circuito, todos os terminais do dispositivo devem ser mantidos ligados entre si, através de anéis metálicos de curto-circuitagem atados ao componente pelo fabricante ou pela sua inserção em algum tipo de material condutivo. Uma lâmina de alumínio é algumas vezes usada, sendo que esta pode ser prontamente removida depois que o dispositivo é instalado.

2. Quando os dispositivos são retirados manualmente de seus portadores a mão que está sendo usada deverá ser aterrada de modo adequado, por exemplo, com um punho metálico.

3. As pontas dos ferros de solda deverão ser aterradas antes da soldagem do dispositivo.

4. O MOSFET nunca deverá ser montado ou retirado de circuitos com a alimentação ligada.

Estas precauções se aplicam tanto ao IGFET de modo de depleção como também ao de modo de crescimento.

Pequeno teste de revisão

1.— Um FET de porta isolada tem uma porta metálica eletricamente isolada de seu _____ semicondutor.

2.— Um IGFET pode ser projetado para operar no modo de depleção ou no modo de crescimento.

a. Verdadeira
b. Falsa

3.— O IGFET de modo de depleção funciona de modo semelhante a um FET comum, mas não tem uma _____ PN.

4 — Um MOSFET de modo de depleção canal N é sempre polarizado de modo que seu dreno fica _____ com relação ao supridouro.

5 — Quando a porta de um MOSFET de modo de depleção canal N é feita crescentemente negativa com relação a seu supridouro, a corrente de dreno do FET _____

6 — A relação entre V_{GS}, V_{DS} e I_D em um MOSFET de modo de depleção pode ser determinada examinando as curvas características de _____ deste FET.

7 — Um IGFET de modo de depleção canal P requer tensões de polarização exatamente _____ àquelas usadas em um dispositivo de canal N.

8 — Os IGFETs de modo de depleção são frequentemente referidos como dispositivos normalmente _____.

9 — Um IGFET de modo de crescimento conduz apenas uma ínfima corrente de dreno, quando V_{GS} é igual a _____.

10 — O IGFET de modo de crescimento é dito ser um dispositivo normalmente _____.

11 — Em um IGFET de modo de crescimento canal N, uma tensão de porta positiva atrairá _____ para a porta, formando um canal N.

12 — A porta metálica e o substrato em um MOSFET de modo de crescimento agem como as placas de um _____.

13 — Com o objetivo de fazer um IGFET de modo de crescimento conduzir uma considerável corrente de dreno, V_{GS} deve exceder um certo _____ de tensão ou _____.

14. Ao usar um FET de porta isolada é necessário assegurar-se que cargas estáticas não se formarão nos terminais do componente, de modo que sua altamente sensível _____ não seja danificada.

15 — Alguns MOSFETs são protegidos de cargas eletrostáticas por _____ internamente conectados.

Respostas

1 — canal
2 — (a) verdadeira
3 — junção
4 — positivo
5 — diminui
6 — dreno
7 — opostas
8 — abertos ou ligados
9 — zero
10 — fechado ou desligado
11 — elétrons
12 — capacitor
13 — limite, **threshold**
14 — camada isolante
15 — diodos zener

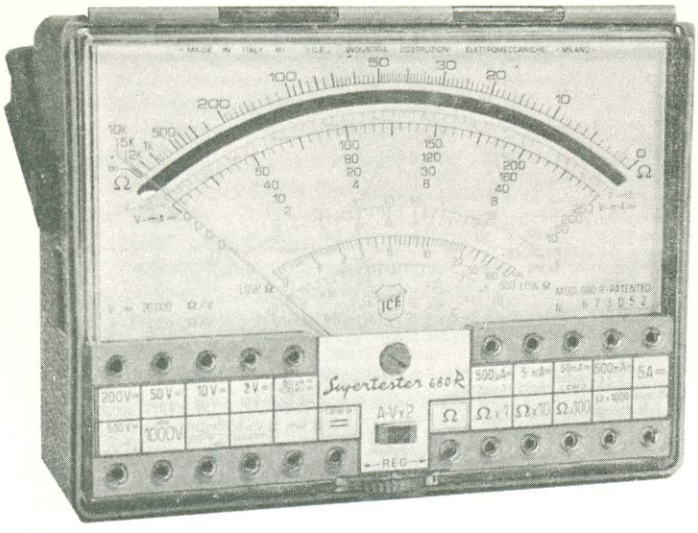
LUZES SEQUENCIAIS

«Jogue» com as cores e formas e consiga efeitos maravilhosos com este circuito. Com ele você pode fazer a luz «movimentar-se» da maneira que quiser. De fácil montagem e aplicações que vão desde a iluminação de vitrines, animação de bailes, até o que sua imaginação permitir.

***kits* NOVA ELETRÔNICA**
para amadores e profissionais

À VENDA: NA FILCRES
E REPRESENTANTES

O SUPERTESTER PARA TÉCNICOS EXIGENTES!!!



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

10 funções, com 80 faixas de medição:

VOLTS C.A.	— 11 faixas de medição: de 2 V a 2500 V
VOLTS C.A.	— 13 faixas de medição: de 100 mV a 2000 V
AMP. C.C.	— 12 faixas de medição: de 50 uA a 10 A
AMP. C.A.	— 10 faixas de medição: de 200 uA a 5 A
OHMS	— 6 faixas de medição: de 1/10 de ohm a 100 megohms
REATANCIA	— 1 faixa de medição, de 0 a 10 Megohms
CAPACITANCIA	— 6 faixas de medição: de 0 a 500 pF — de 0 a 0,5 uF — e de 0 a 50 000 uF, em quatro escalas
FREQUÊNCIA	— 2 faixas de medição: de 0 a 500 e de 0 a 5000 HZ
V SAÍDA	— 9 faixas de medição: de 10 V a 2500 V
DECIBÉIS	— 10 faixas de medição: de -24 a + 70 dB

Fornecido com pontas de prova, garras jacaré, pilhas, manual e estojo.

PREÇOS ESPECIAIS PARA REVENDEDORES

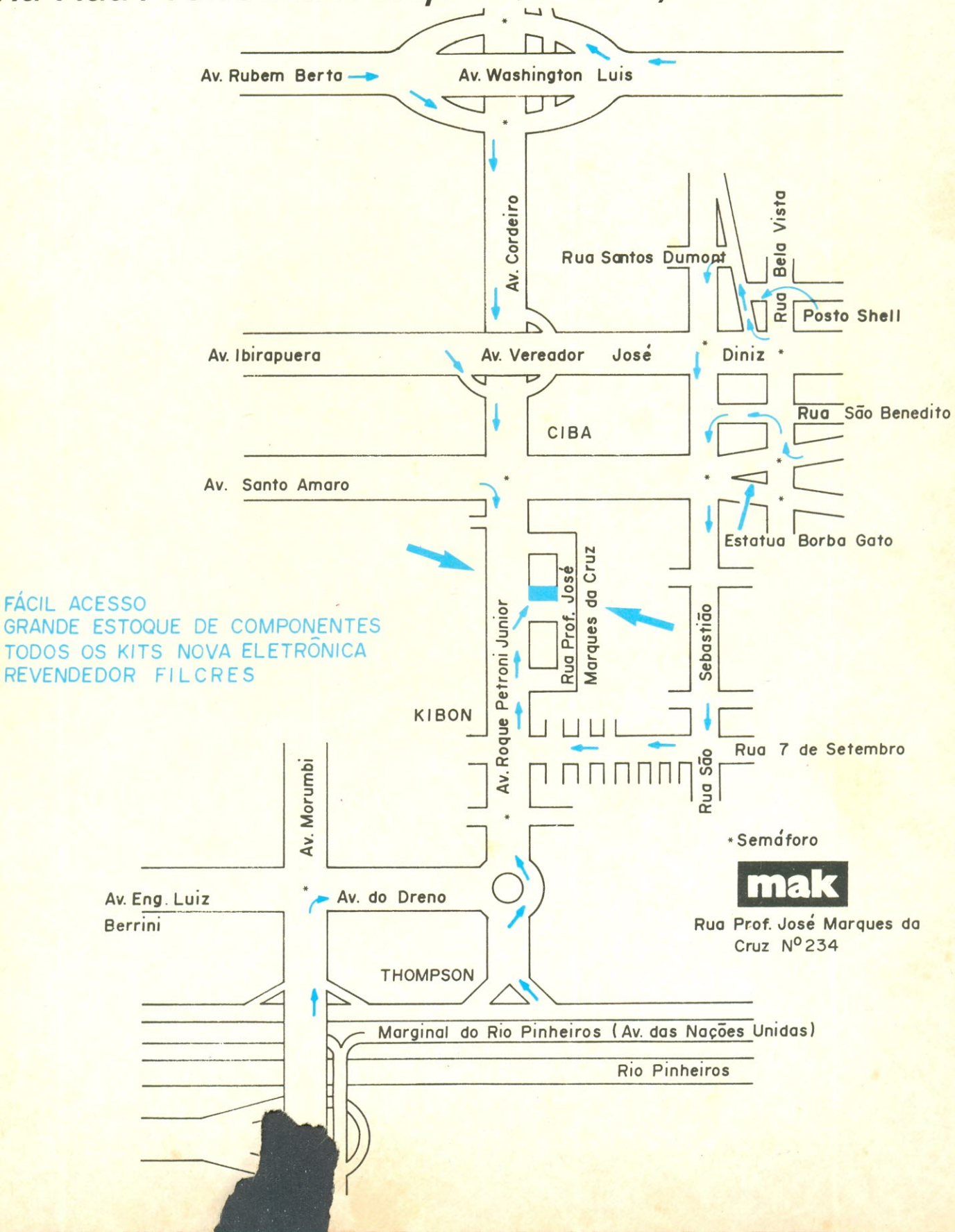
Estamos admitindo representantes ou vendedores autônomos

PEÇAM FOLHETOS ILUSTRADOS COM TODOS OS INSTRUMENTOS FABRICADOS PELA «I.C.E.» — INDÚSTRIA COSTRUZIONI — ELETTROMECCANICHE, MILÃO

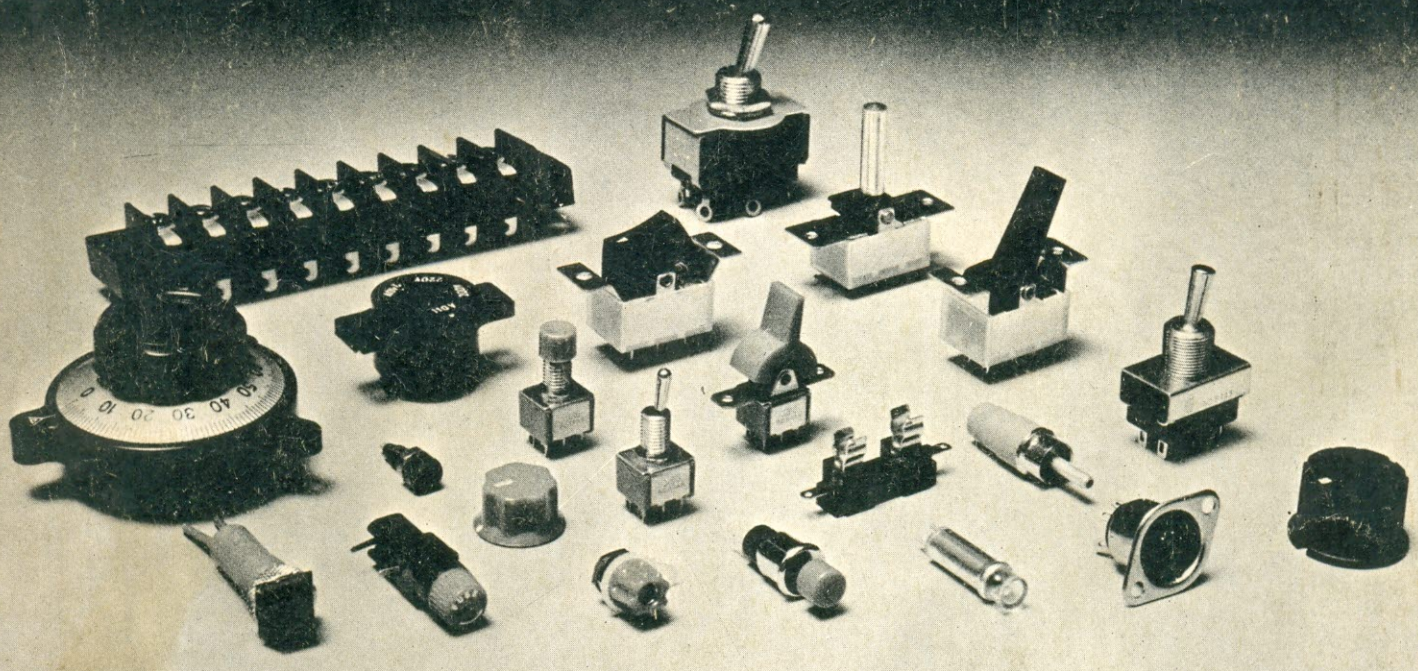
Comercial Importadora Alp Ltda.

Alameda Jaú, 1528 — 4.° andar — conj. 42 — fone: 881-0058 (direto) 852-5239 (recados) CEP 01420 — S. Paulo — SP

O mais novo revendedor de kits Nova Eletrônica fica na zona sul.
é a MAK ELETRÔNICA.
na Rua Prof. José Marques da Cruz, 234



Joto, a mais completa linha de componentes eletrônicos de qualidade.



Há mais de 25 anos que a Otto e Tercilio vende qualidade através de seus produtos, fabricando desde knobs, bornes e tomadas, até às sofisticadas micro-chaves.

Atendendo a constante evolução do setor eletro-eletrônico, os componentes Joto, pelas suas características, atingem ampla faixa de utilização, solucionando inúmeros problemas.

componentes eletrônicos JOTO

Otto & Tercilio Ltda. - R. Visconde de Parnaíba, 3042/3050 - F[illegible]1-2129 - 291-4936 - S. Paulo